



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

**EFEITO COMBINADO DA RAÇA E DO SISTEMA DE PRODUÇÃO NA  
QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRACÇÃO LIPÍDICA DA CARNE DE  
BORREGO E DE CABRITO**

OCTÁVIO JOSÉ ZINK RAMOS

**CONSTITUIÇÃO DO JÚRI**

Doutor José Pedro da Costa  
Cardoso de Lemos  
Doutor Mário Alexandre  
Gonçalves Quaresma  
Doutora Maria João Ramos  
Fraqueza

**ORIENTADOR**

Doutor Mário Alexandre  
Gonçalves Quaresma

2008  
LISBOA



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Faculdade de Medicina Veterinária

**EFEITO COMBINADO DA RAÇA E DO SISTEMA DE PRODUÇÃO NA  
QUALIDADE NUTRICIONAL DA FRACÇÃO LIPÍDICA DA CARNE DE  
BORREGO E DE CABRITO**

OCTÁVIO JOSÉ ZINK RAMOS

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**CONSTITUIÇÃO DO JÚRI**

Doutor José Pedro da Costa  
Cardoso de Lemos  
Doutor Mário Alexandre  
Gonçalves Quaresma  
Doutora Maria João Ramos  
Fraqueza

**ORIENTADOR**

Doutor Mário Alexandre  
Gonçalves Quaresma

2008  
LISBOA

## **Dedicatória**

Aos oito anos escrevi no meu diário: “Eu vou ser Médico Veterinário”. Este sonho apagado renasceu e tomou forma pelas mãos dos meus dois filhos.

Ao Ricardo e ao Rodrigo dedico com orgulho todo o percurso efectuado, na Faculdade de Medicina Veterinária como também esta minha última intervenção, culminar da minha vida académica.

Agora, aos trinta e nove anos, dou por concluído esta etapa. Nunca porém, sem esquecer todo o apoio e carinho, oferecido pela minha querida mulher, Elisabete.

## **Agradecimentos**

Durante o processo de elaboração da minha tese de mestrado, foram reunidos os contributos de várias entidades e de várias individualidades, sem os quais se tornaria impossível esta minha última etapa, nesta longa jornada académica. A generosa contribuição e dedicação, demonstrada pela minha causa, tornaram enormes estas individualidades, estimulando ao mesmo tempo o meu interesse pelo conhecimento e pela ciência, o que se traduziu numa oportunidade ímpar de crescimento pessoal. Sem todos estes valiosos contributos, tanto institucionais como humanos, esta investigação não teria sido possível. Torna-se, por isso, um prazer poder anunciar cada um deles e proceder ao seu reconhecido agradecimento.

Quero assim, e em primeiro lugar, deixar desde já os meus sinceros agradecimentos à minha querida Faculdade de Medicina Veterinária, a qual permitiu a minha formação superior, seguindo-se o Sr. Professor Doutor Luís Morgado Tavares, Director desta instituição e Coordenador do CIISA, pela disponibilização dos recursos financeiros e por ter colocado à minha disposição, o laboratório de Bioquímica do Departamento de Morfologia e Função, onde me foi possível efectuar a preparação das amostras e a realização das análises sem o qual não seria exequível esta investigação. Agradeço ao Laboratório de Metabolismo Lipídico do Departamento de Nutrição e Alimentação Animal, da Estação Zootécnica Nacional, ao seu responsável Doutor Rui Bessa, pela ajuda determinante nas análises cromatográfica efectuadas e posterior leitura dos cromatogramas.

Agradeço à D<sup>a</sup> Ana Maria Reigado, pela sua ternura incomparável e pela disponibilidade oferecida no apoio geral prestado ao laboratório e na ajuda da preparação das amostras. À Ana Rita Santos, técnica de análises laboratoriais do sector alimentar, pelo seu precioso auxílio na execução das técnicas analíticas. É também com enorme prazer e carinho que agradeço à doutoranda Susana Martins, pela sua cooperação na execução da análise estatística e pela paciência demonstrada durante as minhas incessantes incursões ao seu gabinete quando me iam surgindo dúvidas.

Agradeço à Secção de Bioquímica e ao seu responsável Professor Doutor José Prates o acolhimento, a disponibilização do espaço e equipamento e *know-how* para o desenvolvimento das técnicas analíticas que possibilitaram a realização do trabalho.

Mas nunca poderia eu fechar o tópico dos agradecimentos, nem esta tese poderia estar dada por concluída, se não fosse expressa a minha enorme gratidão para com o meu amigo e orientador, Professor Doutor Mário Quaresma. Foste inigualável, para ti meu amigo um Grande Obrigado.

## **Resumo**

Em Portugal existem duas fortes épocas de consumo para Borrego e Cabrito, nomeadamente durante as quadras Natalícia e Pascoal. O mercado está direccionado para borregos e cabritos acabados com um peso de carcaça de 5-7 kg. Ambas as espécies partilham problemas comuns, sendo que um deles é o forte êxodo rural, resultando no abandono das práticas agrícolas tradicionais e a uma quebra acentuada no efectivo animal autóctone. Por outro lado, a invasão do mercado pelas raças exóticas, acabará por ameaçar o já débil crescimento das raças nacionais, sobrepondo-se a estas por entrarem no mercado a um preço inferior.

Os problemas associados à globalização fazem-se sentir na redução da biodiversidade, sem que sejam apuradas as verdadeiras consequências. Daí surgir a vontade de caracterizar e comparar a qualidade nutricional da carne, tanto das raças autóctones (Churra da Terra Quente e Bravia) como exóticas (Assaf e Saanen), criadas respectivamente no regime de produção extensivo e intensivo. Resultados preliminares demonstraram que na carne de cabrito Bravia, o efeito combinado entre a raça e o sistema de produção extensivo, contribuíram para a produção de um padrão nutricional significativamente favorável à saúde humana. Enquanto no borrego não foi possível observar diferenças significativas entre as carnes comparadas.

**Palavras-chave:** Cabrito; Borrego; ácidos gordos; CLA; colesterol

## **Abstract**

Lamb meat and goat kid meat consumption in Portugal are characterized by a bipolarized consumption, in Christmas and Easter seasons. Portuguese lamb and goat kid consumption preferences are focuses on light animals, with total carcass weight of 5-7 kg. Both meats share common characteristics and problems. An old problem in Portugal is the rural exodus, which has been associated with a considerable reduction in native breeds stocks, abandonment of traditional animal production systems based on grazing. Nowadays, another emerging threat is the competition of small ruminant dairy herds, founded on exotic breeds, offering the consumer light lamb and goat kid at a lower price, which may further contribute to the loss of Portuguese traditional breeds.

The globalization effect contributes to the reduction of biodiversity, without awareness of the potential consequences associated with this phenomenon. Therefore, it was our objective to characterize and compare the meat nutritional quality of both native and exotic breeds, raised on extensive and intensive rearing systems, respectively. Preliminary results show that at least in Bravia kid lamb meat, the combined effect of breed and extensive production system results in a beneficial nutritional pattern to human health. However, lamb in comparison shows no significant differences in between.

**Key-words:** goat kid, lamb, fatty acids, CLA, cholesterol

## ÍNDICE GERAL

Dedicatória.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice Geral.....	vii
Índice de Tabelas.....	x
Índice de Figuras.....	xi
INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS.....	1
I REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1. A evolução histórica e social do consumo de carne.....	3
1.1 A carne e o Homem.....	3
1.2 Tendências actuais do consumo de carne.....	4
2 A carne como importante fonte de nutrientes.....	5
3 A carne como fonte de gordura saturada e de colesterol.....	7
4. A carne de ruminante como fonte de ácidos gordos n-3 e CLA, as suas vantagens (diferenças entre carne de pasto e carne de <i>feedlot</i> ).....	9
5. O papel da vitamina E na qualidade da carne.....	15
6. Carne de pequenos ruminantes com certificação (DOP e IGP) em Portugal.....	17
7. As raças autóctones <i>versus</i> exóticas.....	22
7.1 Caracterização das raças em estudo.....	24
7.1.1 Raça Churra da Terra Quente.....	24
7.1.2 Raça Bravia.....	25
7.1.3 Raça <i>Saanen</i> .....	27
7.1.4 Raça Assaf.....	27
8. O consumo sazonal de carne de borrego e de cabrito em Portugal.....	29
II MATERIAL E MÉTODOS.....	31
1. Caracterização dos animais utilizados no estudo.....	31
2. Preparação da amostra.....	31
3. Procedimentos analíticos.....	32



4. Determinação da matéria seca.....	32
4.1 Equipamento usado.....	32
4.2 Procedimento técnico.....	32
5. Extracção e quantificação dos lípidos totais.....	33
5.1 Equipamento utilizado.....	33
5.2 Reagentes.....	33
5.3 Procedimento técnico.....	34
5.4 Cálculos.....	35
6. Quantificação simultânea de colesterol total e vitamina E (tocoferóis e tocotrienóis) .....	36
6.1 Equipamento.....	36
6.2 Reagentes.....	36
6.3 Procedimento técnico.....	36
6.3.1 Análise por cromatografia líquida de alta pressão (HPLC).....	37
6.3.1.1 Equipamento.....	37
6.3.1.2 Reagentes.....	38
6.3.1.3 Procedimento técnico.....	38
6.3.1.4 Cálculos.....	38
7. Caracterização do perfil de ácidos gordos e CLA.....	39
7.1 Transesterificação combinada dos ácidos gordos totais e CLA.....	39
7.1.1 Equipamento.....	39
7.1.2 Reagentes químicos e soluções.....	39
7.1.3 Procedimento técnico.....	40
7.1.4 Equipamento para determinação dos isómeros CLA Ag + HPLC.....	41
7.1.4.1 Reagentes.....	41
7.1.4.2 Procedimento técnico.....	41
7.1.4.3 Cálculos.....	42
8. Determinação do perfil de ácidos gordos totais por GC – FID (cromatografia gasosa com detector de ionização de chama) .....	43
8.1 Equipamento.....	43
8.2 Reagentes.....	43
8.3 Procedimento técnico.....	44
8.4 Cálculos.....	45

9. Análise estatística.....	45
III RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
1. Teor de lípidos totais e de colesterol total.....	46
2. Vitamina E.....	48
3. Ácidos gordos.....	49
4. CLA (Ácido Linoleico Conjugado).....	53
5. Valor nutricional.....	55
IV CONCLUSÃO GLOBAL.....	58
V BIBLIOGRAFIA.....	61

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Ovinos e Caprinos com certificação.....	17
Tabela 2 – Produção de carne de Ovino (Kg), com certificação.....	18
Tabela 3 – Produção de carne de Caprino (Kg), com certificação.....	19
Tabela 4 – Efectivo total estimado e fêmeas inscritas nos livros genealógicos das raças ovinas autóctones.....	21
Tabela 5 – Efectivo total estimado e fêmeas inscritas nos livros genealógicos das raças caprinas autóctones.....	21
Tabela 6 - Características produtivas da raça ovina Churra da Terra Quente.....	25
Tabela 7 – Variação inter-anual do consumo de pequenos ruminantes (2000-2006).....	29
Tabela 8 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção sobre os teores de lípidos totais e colesterol total em carne de borrego ( <i>Assaf</i> e <i>Terrincho-DOP</i> ) e cabrito ( <i>Saanen</i> e <i>TAM-IGP</i> ).....	46
Tabela 9 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção sobre os teores de $\alpha$ -tocoferol e $\gamma$ -tocoferol em carne de borrego ( <i>Assaf</i> e <i>Terrincho-DOP</i> ) e cabrito ( <i>Saanen</i> e <i>TAM-IGP</i> ).....	48
Tabela 10 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção sobre o perfil de ácidos gordos em carne de borrego ( <i>Assaf</i> e <i>Terrincho-DOP</i> ) e cabrito ( <i>Saanen</i> e <i>TAM-IGP</i> ).....	51
Tabela 11 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção sobre o perfil isomérico de CLA em carne de borrego ( <i>Assaf</i> e <i>Terrincho-DOP</i> ) e cabrito ( <i>Saanen</i> e <i>TAM-IGP</i> ) .....	54
Tabela 12 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção (intensivo <i>versus</i> extensivo) sobre os somatórios parciais e índices nutricionais da carne de borrego ( <i>Assaf</i> e <i>Terrincho-DOP</i> ) e cabrito ( <i>Saanen</i> e <i>TAM-IGP</i> ) .....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

### FIGURAS

Figura 1 – Produção de carne de Ovino, com certificação (em Kg de carcaça)...	19
Figura 2 - Produção de carne de Caprino, com certificação.....	20
Figura 3 – Ovelhas e borregos da raça Churra da Terra Quente em pastagem e respectiva distribuição geográfica.....	24
Figura 4 – Exemplares da raça Bravia e distribuição geográfica da raça.....	26
Figura 5 – Cabritos e cabras de raça <i>Saanen</i> .....	27
Figura 6 – Progenitora e borrego <i>Assaf</i> , e conjunto de ovelhas <i>Assaf</i> em lactação e aguardando pela ordenha.....	28

## **INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS**

Actualmente, nas sociedades consideradas modernas, os alimentos deixaram de ser vistos meramente como o sustentáculo da sobrevivência Humana, para passarem a ser apreciados de uma forma mais integrada, sendo muitas vezes a sua confecção preparada como se de uma obra de arte se tratasse.

De todas as fontes alimentares existentes e à disposição do Homem, a carne é sem dúvida aquela que o tem acompanhado desde o início da sua longa caminhada evolutiva, demarcando-se das demais fontes alimentares, fazendo-se cunhar pela sua forte presença na dieta.

A carne objecto de análise neste estudo é, actualmente, alvo de inúmeras avaliações, tanto físicas como bioquímicas, por parte da comunidade científica, tendo por objectivo esclarecer o consumidor e o produtor, sobre a sua composição e qualidades intrínsecas. Caberá então à comunidade científica analisar e justificar as vantagens e desvantagens do consumo de carne, um dos principais intervenientes da dieta humana, procurando encontrar um padrão nutricional e nutracêutico aceitável e em perfeito equilíbrio para a saúde Humana.

A carne servida às nossas mesas é oriunda de animais de diferentes espécies e raças, criadas em diferentes sistemas de produção, apresentando como tal, diferentes perfis bioquímicos, resultado de diferentes combinações no binómio genética/maneio alimentar, originando um produto final único com características intrínsecas muito próprias.

A produção pecuária em Portugal tem sofrido uma constante industrialização, com a consequente intensificação dos sistemas de produção e massificação dos produtos de origem animal. Esta evolução na produção animal, representa uma maior oferta e padronização do produto a um preço mais acessível para o consumidor. Se tivermos por base apenas esta perspectiva, a intensificação dos sistemas de produção parece ter resultado em vantagens importantes do ponto de vista do consumidor, no entanto, está também associada a consequências menos vantajosas do ponto de vista da sustentabilidade. A intensificação dos sistemas de produção resultou numa concentração dos animais de produção em espaços exíguos (com uma densidade animal elevada), na utilização preferencial dos alimentos concentrados, na utilização de animais de raças exóticas (com melhores índices produtivos), o que se repercutiu

no abandono dos sistemas de produção extensivos, no abandono das zonas rurais e na diminuição dos efectivos das raças autóctones.

A produção de borrego e cabrito nos países da bacia Mediterrânica diverge de outras partes do mundo, resultado da precocidade do abate realizado 30 a 45 dias após o nascimento, imediatamente após o desmame ou após um curto período de engorda (em pastoreio ou concentrado, dependendo do sistema de produção utilizado).

Actualmente, em Portugal existem duas linhas de produção bem distintas: 1) borregos ou cabritos provenientes das explorações leiteiras de pequenos ruminantes, onde o borrego ou cabrito são amamentados com leite de substituição (sistema de produção intensivo); 2) borregos ou cabritos certificados com Denominação de Origem Protegida (DOP) e Indicação Geográfica Protegida (IGP) produzidos em sistema de pastoreio extensivo, a partir de animais de raças autóctones e alimentados com leite materno (sistema de produção extensivo).

Este estudo tem por principal objectivo contribuir para a caracterização da carne de borrego e cabrito, mais concretamente para a caracterização da fracção lipídica da gordura intramuscular. Pretendeu-se comparar neste estudo a carne resultante de duas realidades bem diferenciadas: por um lado as raças autóctones (Churra da Terra Quente e Bravia) criadas num sistema de produção extensivo com certificação e, por outro, as raças exóticas (*Assaf* e *Saanen*) usadas no sistema de produção intensivo. Este estudo pretende avaliar se os tradicionais sistemas de produção, baseados no pastoreio, justificam pela qualidade intrínseca do produto final a sua continuidade face a sistemas de produção intensivos, os quais proporcionam um produto final padronizado e a um preço mais confortável para o consumidor.

O estudo pretende avaliar e comparar o efeito combinado da genética e do sistema de produção sobre: o teor de lípidos totais, colesterol total, perfil de ácidos gordos, perfil isomérico de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) e vitamina E. Pretende-se com este estudo verificar se a carne proveniente de borrego e cabrito certificado representa uma mais valia nutricional face ao borrego e cabrito não certificado proveniente das explorações leiteiras.

## I REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. A evolução histórica e social do consumo de carne

#### 1.1 A carne e o Homem

A carne faz parte da nutrição humana desde o tempo dos primeiros hominídeos, há cerca de cinco a sete milhões de anos (Sillen, 1992; Lee-Thorp, van der Merwe & Brain, 1994; Lee-Thorp, 2002; Larsen, 2003). No entanto, o consumo de carne intensificou-se há sensivelmente dois milhões de anos, quando o homem primitivo adquiriu as competências de caçador sistemático. Esta “metamorfose”, de recolector e caçador oportunista a caçador metódico, representou um salto determinante na sua própria evolução (Larsen, 2003). As evidências de uma herança adquirida ao longo de milhões de anos, suportada num intenso consumo de carne, revelam-se principalmente: 1) nas alterações craniofaciais sofridas (Speth, 1989); 2) na morfologia gastrointestinal adaptada à digestão da carne (Henneberg, Sarafis & Mathers, 1998); 3) na consequente encefalização (Foley & Lee, 1991; Aiello & Wheeler, 1995), resultante de um maior aporte energético (Martin, 1981; Mann, 1998) e no fornecimento de ácidos gordos poliinsaturados ao cérebro (Crawford, 1992; Chamberlain, 1996). Paralelamente, surgiram outros modelos de investigação, que testemunham a presença de carne na dieta dos nossos ancestrais hominídeos, nomeadamente: 1) de rácios de isótopos (Sr/Ca e C13/C12) encontrados nos remanescentes fósseis ósseos (Sillen, 1992; Lee-Thorp *et al.*, 1994; Sillen & Lee-Thorp, 1994; Sponheimer & Lee-Thorp, 1999); 2) de análise custo/benefício descrita como “*Theory of Optimal Foraging*” (Pyke, Pulliam & Charnow, 1977); 3) de padrões alimentares das sociedades primitivas ainda existentes (Mann, 2007); 4) de modelos de co-evolução entre a *Taenia saginata*, a *Taenia solium* e o Homem (Henneberg, Sarafis & Mathers, 1998).

Num período mais recente da história da humanidade, aquando da revolução agrícola, evidências arqueológicas apontam para uma mudança radical no padrão alimentar das sociedades então existentes. Esta transição de caçador para agricultor deu-se aproximadamente há cerca de 10.000 anos como consequência de: 1) alterações climáticas pronunciadas decorrentes de um aumento da temperatura média (Larsen, 2003; Mann, 2007); 2) explosão demográfica (Mann, 2007); 3)

extinção de algumas espécies animais de particular importância para a dieta humana (Larsen, 2003; Mann, 2007). Este novo contexto social remeteu para segundo plano a carne de caça, sendo esta substituída em larga escala pelos cereais cultivados, contribuindo assim para o afastamento do padrão alimentar preponderante durante milhões de anos. O nascimento de um novo quadro nutricional, menos diversificado nas suas fontes alimentares, foi responsável por uma alteração significativa no perfil lipídico da nova dieta. A esta nova dieta correspondeu uma diminuição drástica do rácio ácidos gordos poliinsaturados/ácidos gordos saturados (PUFA/SFA) e a um aumento do rácio n-6/n-3 (Mann, 2007). Esta alteração abrupta nos índices nutricionais ficou a dever-se a uma redução no consumo de carne de caça, caracterizada por reduzidos depósitos de gordura corporal e predominância em ácidos gordos mono e poliinsaturados (principais lípidos estruturais ao nível das membranas celulares). No entanto, constatamos que à escala evolutiva humana, esta transição alimentar ocorreu de uma forma relativamente brusca, não sendo acompanhada por uma adaptação evolutiva do genoma humano, o que originou uma redução da estatura média do homem, osteomalácia, cáries dentárias, deficiências nutricionais e diminuição da imunidade (Larsen, 2003; Mann, 2007). Este fenómeno, que está descrito como “evolução discordante”, fundamenta o surgimento de muitas doenças crónicas conhecidas das sociedades actuais (Cordain *et al.*, 2005).

## **1.2 Tendências actuais do consumo de carne**

Actualmente, a carne continua a ser um alimento fulcral na dieta humana, consequência de uma tradição adquirida e de um genoma ancestral adaptado ao seu consumo. Contudo, o consumo de carne vermelha deixou de crescer e apresenta inclusivamente tendência para diminuir na maioria dos países ocidentais (Issanchou, 1996), situação que pode estar associada a diferentes factores: 1) alterações nos gostos e preferências ao nível dos consumidores (Burton, Dorsett & Young, 1996; Rickertsen, 1996; Young, 1996; Verbeke & Viaene, 1999); 2) mediatização pelos meios de comunicação social de perigos para a saúde associados ao consumo de carne, como por exemplo: a Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE), a febre aftosa, os surtos de Salmonelose, as dioxinas (Tilston, Sear, Neale & Gregson, 1992; Verbeke & Viaene, 1999; Verbeke, Viaene & Guiot, 1999);



3) incapacidade das empresas deste sector para responder às alterações de mercado (Verbeke & Viaene, 1999). Para além dos factores que contribuíram para uma diminuição do consumo de carne vermelha, o consumidor tem manifestado uma crescente preocupação sobre questões ambientais, origem, sistemas de produção e o bem-estar dos animais de produção (Harper & Makatouni, 2002; Grunert, 1997), e ainda sobre as qualidades nutricionais e nutracêuticas da carne. Esta crescente preocupação dos consumidores com os aspectos nutricionais dos alimentos resulta da constatação de que a dieta influencia fortemente a saúde.

A produção de carne vermelha no futuro sofrerá as alterações necessárias, impostas pelos consumidores e pelas organizações mundiais de saúde, no sentido de assegurar um abastecimento de carne com qualidade e salubridade excelentes, detentora de um melhor binómio nutrição/saúde (Vandendriessche, 2008), pelo que o grande desafio será produzir uma carne suficientemente magra, sem que isso comprometa as suas tão apreciadas características organolépticas (*flavour*, tenrura e suculência), profundamente dependentes da gordura intramuscular (Spears, 1996).

A carne, desde sempre deteve uma posição privilegiada na mesa das famílias ocidentais, encontrando-se no topo hierárquico dos alimentos (Holm & Møhl, 2000). Este domínio da carne perante os outros ingredientes reflecte-se em diferentes situações, como na celebração de eventos religiosos (Natal, Páscoa), eventos sociais (matança do porco), na predominância gastronómica e também na designação dos pratos confeccionados, mesmo quando se faz representar em menor proporção. A superioridade da carne face aos outros alimentos é bem ilustrada, quando aqueles que dela prescindem por opção, continuam a preparar refeições mantendo a mesma estrutura de confecção como se de carne se tratasse (Rosenberg, 1990).

## **2. A carne como importante fonte de nutrientes**

O Homem, parte constituinte de um modelo social dinâmico em constante evolução, procura incessantemente pontos de referência capazes de serem abraçados, ou muito pelo contrário, culpabilizados. Este estado cíclico, entre o benéfico e o pérfido que nos caracteriza, remete actualmente para a carne vermelha um pesado legado.

Apesar dos malefícios relacionados com o consumo exagerado de carne vermelha, depositária de uma considerável fracção de gordura saturada, esta é uma importante fonte concentrada de nutrientes, sendo por vezes a única fonte dietética, como no caso da vitamina B12 (cianocobalamina).

A carne vermelha contém proteína de elevado valor biológico, responsável pelo fornecimento dos aminoácidos essenciais ao desenvolvimento humano (Higgs, 2000), assim como um leque variado de vitaminas e oligoelementos fundamentais. Entre estes micronutrientes indispensáveis destacam-se:

- 1) A vitamina B9 (ácido fólico), pela comprovada correlação inversa que existe entre a sua concentração e a incidência de adenomas (Benito, 1991) e de cancro do cólon (Freudenheim *et al.*, 1991). A vitamina B9 é ainda de extrema importância devido à sua função anti-depressiva, reduzindo o risco de desordens neurológicas (Block, Norkus, Hudes, Mandel & Helzlsouer, 2001), e durante a gravidez como factor preventivo de mal formações no tubo neural dos fetos (Biesalski, 2005);
- 2) A vitamina B12 (cianocobalamina), elemento essencial na função eritropoiética e na regulação do sistema neurológico (Lloyd-Wright, Allen, Key & Sanders, 2000);
- 3) O selénio, parte integrante do centro activo do enzima Glutatião Peroxidase, é um importante agente da defesa antioxidante primária sendo por isso vital para a homeostasia celular e integridade dos constituintes da célula (Combs & Clark, 1985), sendo ainda indispensável para o fortalecimento do sistema imunitário (Biesalski, 2005);
- 4) O zinco, pela importância demonstrada na replicação do ADN e no crescimento celular, na osteogénese, na defesa antioxidante e no fortalecimento do sistema imunitário. A importância do zinco é comprovada pela diminuição do processo de cicatrização e pela pré-disposição para infecções na sua ausência (Lukito, Wattanapenpaiboon, Savige, Hutchinson & Wahlqvist, 2004);
- 5) O ferro, na sua forma heme, como suporte fundamental à oxigenação celular, através da hemoglobina dos glóbulos vermelhos e da mioglobina no músculo esquelético, é ainda um elemento estrutural de enzimas envolvidas no metabolismo energético/oxidativo e na defesa celular (Beard, Dawson & Pinero, 1996) e de máxima importância no processo eritropoiético.

Encontramos ainda na carne outros oligoelementos tais como o cobre, o magnésio, o cobalto e o fósforo mas em quantidades inferiores (Biesalski, 2005; Higgs, 2000).

Da breve interpretação e análise elaborada à essência da carne vermelha, reconhecemos a vital importância da sua presença, indispensável a uma dieta rica e equilibrada. A responsabilidade acrescida da carne vermelha na contribuição do desenvolvimento de doenças, será sempre imputada ao Homem enquanto consumidor desregrado, e nunca de modo algum atribuída a esta abastada fonte de nutrientes.

### **3. A carne como fonte de gordura saturada e de colesterol**

Entre as diferentes variedades de carne disponíveis no mercado, a carne vermelha é a que apresenta a imagem mais negativa junto do consumidor. Esta má reputação iniciou-se na década de 80, em função dos elevados teores de colesterol e gordura saturada existentes na carne vermelha e a sua correlação com o aumento plasmático de colesterol, associação que esteve na génese da “hipótese lipídica”. Princípio esse, pilar fundamental das recomendações nutricionais da época, visando a prevenção das doenças cardiovasculares (Gurr, Nazeli Borlak & Ganatra, 1989).

O desenvolvimento tecnológico do sector alimentar, especificamente o da carne, colocou à disposição das sociedades ocidentais uma vasta gama de carnes e produtos cárneos, estimulando assim o seu consumo. Actualmente, o consumo diário de carne traduz-se no fornecimento de: 1) 10 a 20% das calorias totais diárias (Chizzolini, Zanardi, Dorigoni & Ghidini, 1999); 2) 33 a 50% da Dose Diária Recomendada (DDR) de colesterol; 3) uma quantidade de gordura saturada muito acima da DDR (Chizzolini *et al.*, 1999; WHO, 2003). O efeito nocivo associado à ingestão de elevados teores de ácidos gordos saturados e colesterol tem sido correlacionado com o surgimento de: 1) obesidade; 2) hipercolesterolemia, dependente não só do consumo de colesterol, mas também associado à ingestão dos ácidos gordos saturados: láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0); 3) doenças cardiovasculares, que estão entre as principais causas de mortalidade nos países ocidentais, como por exemplo a aterosclerose e o acidente vascular cerebral; 4) e cancro (Krauss *et al.*, 1996; Keys, 1997; Chizzolini *et al.*, 1999; Ganji, Kamanna & Kashyap, 2003; Wood *et al.*, 2004). Reconhece-se ainda, que os produtos de oxidação derivados do colesterol exibem propriedades mutagénicas, carcinogénicas e citotóxicas (Guardiola, Codony, Addis, Rafecas & Boatella, 1996),

estando a sua concentração directamente correlacionada com o teor de colesterol na carne (Engeseth & Ian Gray, 1994) e inversamente com o teor de antioxidantes (Engeseth, Ian Gray, Booren & Asghar, 1993). Os malefícios associados ao consumo de carne, particularmente relacionados com a carne vermelha, formaram o alicerce para o surgimento de várias recomendações nutricionais, elaboradas pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003), e tendo por objectivo reduzir o consumo de: 1) calorias totais provenientes da gordura animal (estando os valores de referência compreendidos entre 15 a 30%); 2) calorias provenientes dos ácidos gordos saturados (SFA; que não devem ultrapassar os 10%) e 3) colesterol (para um máximo diário de 300 mg no homem e 225 mg na mulher).

A gordura intramuscular, contrariamente ao que seria de esperar, contribui apenas com uma pequena fracção do colesterol total encontrado na carne, aproximadamente 1,2-2,7 mg/100 g (Browning, Huffman, Egbert & Jungst, 1990; Chizzolini *et al.*, 1999), enquanto que a maior fatia do teor total de colesterol está presente ao nível das fibras musculares (49-50 mg/100 g no borrego), dependendo do tipo de músculo (Chizzolini *et al.*, 1999).

A desigualdade verificada nos valores de colesterol entre o mesmo músculo de diferentes animais da mesma espécie ou entre diferentes músculos do mesmo animal, explica-se por estes estarem intimamente dependentes da constituição das suas fibras musculares. Fibras essas que podem ser classificadas em três grupos: 1) fibras de tipo I – também designadas por fibras vermelhas, são caracterizadas por conterem um elevado número de mitocôndrias, um elevado teor de mioglobina e por serem dotadas de uma ampla irrigação sanguínea; 2) fibras de tipo IIa – são caracterizadas pela presença de um elevado número de mitocôndrias, pelo elevado teor de mioglobina e pela vasta irrigação sanguínea, predominando a actividade oxidativa, tal como anteriormente descrito para as fibras do tipo I, mas diferenciando-se destas por apresentarem uma maior eficiência na produção de ATP; 3) fibras de tipo IIb – também designadas por fibras brancas, sendo caracterizadas pelo seu baixo teor em mioglobina, pelo reduzido número de mitocôndrias, pela reduzida irrigação sanguínea e elevada concentração de glicogénio (Jensen *et al.*, 1998).

As fibras musculares predominantemente oxidativas apresentam teores de colesterol mais elevado em resultado de: 1) uma correlação directa entre os fosfolípidos e o colesterol membranário, essencial à manutenção da estabilidade da membrana,

mais abundante nas fibras oxidativas devido ao elevado número de mitocôndrias e consequentemente maior área de membranas subcelulares (Alasnier, Rémignon & Gandemer, 1996); 2) as fibras vermelhas (oxidativas) apresentam um menor diâmetro interno em corte transversal comparativamente com as fibras brancas (glicolíticas), proporcionando um maior rácio sarcolema/volume total.

De entre as várias carnes vermelhas disponíveis no mercado, a carne proveniente de ruminantes apresenta no seu perfil de ácidos gordos uma predominância dos ácidos gordos saturados (SFA) em detrimento dos ácidos gordos monoinsaturados (MUFA) e poliinsaturados (PUFA). O predomínio dos SFA (até 50%), particularmente do ácido esteárico na carne dos ruminantes, advém da acção dos microrganismos do rúmen que promovem a biohidrogenação dos MUFA e PUFA provenientes da dieta (Kirsten, 1999).

#### **4. A carne de ruminante como fonte de ácidos gordos n-3 e CLA, as suas vantagens (diferenças entre carne de pasto e carne de *feedlot*)**

Os lípidos incluem um grupo heterogéneo de moléculas que apresentam como característica comum a sua insolubilidade em água (propriedade hidrofóbica). Os lípidos são responsáveis por funções biológicas de extrema importância, das quais se destacam: 1) a sua função estrutural ao nível das membranas celulares e subcelulares; 2) a sua importante acção como fonte e reserva energética e 3) a sua imprescindível função na comunicação inter-celular (Koolman & Röhm, 1996). Por todas as funções anteriormente referenciadas pode-se concluir que os lípidos são essenciais à vida, existindo, no entanto, uma considerável preocupação sobre a relação entre alguns membros desta classe e a saúde humana (colesterol e ácidos gordos *trans*).

O perfil de ácidos gordos presente na carne é de extrema importância na definição da sua qualidade intrínseca, ao estar directamente relacionado com o *flavour* e porque é essencial na definição do seu valor nutricional (Wood & Enser, 1997).

No que concerne à carne de ruminantes, muito devido à sua particular condição anatomofisiológica, esta apresenta maiores teores de gordura saturada, comparativamente com a carne obtida a partir de monogástricos, sendo-lhe por isso imputada uma responsabilidade acrescida, no que diz respeito à imagem negativa

da carne vermelha. Torna-se deste modo imperativo a revalorização nutricional da sua carne.

Se dissociarmos a carne nos seus principais macronutrientes, proteína e lípidos, facilmente verificamos que independentemente do tipo de carne, o valor nutricional da proteína é muito semelhante, apesar da existência de pequenas diferenças no perfil de aminoácidos. No entanto, o mesmo já não se verifica na fracção lipídica da carne, pois no que respeita à carne vermelha, podemos classificá-la em carne de ruminantes e carne de monogástricos. Esta simples divisão, baseada na anatomia do trato gastrointestinal, é de primordial importância para a qualidade da carne, pois enquanto os monogástricos absorvem da alimentação os ácidos gordos e os depositam nos tecidos praticamente sem alterações estruturais, nos ruminantes a flora microbiana do rúmen promove uma acentuada biohidrogenação dos ácidos gordos insaturados, promovendo assim a predominância dos ácidos gordos saturados (Higgs, 2000; Wood *et al.*, 2003).

A carne de ruminante é influenciada de forma muito significativa pelo sistema de produção utilizado (Nurnberg, Wegner & Ender, 1998), verificando-se que o sistema de produção extensivo, baseada essencialmente nos recursos forrageiros, resíduos e subprodutos da actividade agrícola, lhes proporciona uma dieta mais rica em ácido linolénico (LNA: C18:3n-3) e em ácidos gordos poliinsaturados (PUFAs) da família n-3 (ómega-3) (Marmer, Maxwell & Williams 1984). Por outro lado, nos sistemas de produção intensivos, o maneio alimentar dependente da utilização quase que exclusiva de concentrados, à base de cereais e oleaginosas, oferece aos ruminantes uma dieta mais rica em ácido linoleico (ALA: C18:2n-6) e PUFAs da família n-6 (ómega-6) (Marmer *et al.*, 1984; Enser *et al.*, 1998; Nurnberg *et al.*, 1998; Sanudo *et al.*, 2000). Muito embora a flora microbiana ruminal seja determinante para a composição final dos ácidos gordos, resultado da ampla biohidrogenação referida anteriormente, alguns ácidos gordos provenientes da alimentação fazem um *bypass* ao rúmen sendo absorvidos e depositados na sua forma original (Wood & Enser, 1997). No caso dos borregos e cabritos de leite, o desenvolvimento do seu aparelho gastrointestinal ainda não apresenta a funcionalidade de um animal ruminante comportando-se, assim, em termos anatomofuncionais, como monogástricos (Lanza *et al.*, 2006). Este subdesenvolvimento do rúmen protege os ácidos gordos mono e poliinsaturados presentes no leite, que assim escapam à biohidrogenação do rúmen.

Contudo, esta fase de monogástricos funcionais é curta e pode ser anulada pela oferta de alimentos sólidos que estimulam a actividade do rúmen (Napolitano, Braghieri, Cifuni, Pacelli & Girolami, 2002).

Tendo em consideração as particularidades anatómofisiológicas do borrego e do cabrito de leite, pode-se então concluir que o perfil de ácidos gordos da carne é essencialmente dependente da qualidade nutricional do leite das progenitoras ou do leite de substituição.

Quando comparados os dois sistemas de produção podemos testemunhar as vantagens acrescidas do sistema de produção extensivo sustentado no pasto, favorecendo a deposição nas gorduras edíveis destes ruminantes do ácido linolénico, precursor de outros PUFA's da família n-3 como o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosaheptaenóico (DHA), mais favoráveis à saúde humana (Wood *et al.*, 2004; Simopoulos, Leaf & Salem 1999).

A dieta dos nossos antepassados exibia uma relação mais favorável entre os ácidos gordos poliinsaturados da família n-6 e da família n-3 (sensivelmente de 1:1) do que a verificada actualmente, tendo-se assistido a uma deslocação do rácio n6/n3 a favor dos ácidos gordos poliinsaturados da família n-6 (valores compreendidos entre 10-20:1) (Pepping, 1999; Simopoulos, 2000), resultante das alterações sofridas na dieta durante os últimos 200 anos. Esta relação desfavorável acentuou-se nestas últimas três décadas, em parte devido a um maior consumo de ácido linoleico (Saunders, 2000), estando na origem e favorecendo o desenvolvimento de doenças do foro inflamatório como: doenças cardiovasculares, cancro e doenças do foro auto-imune (Simopoulos, 2000; Nugent, 2004).

Antevendo as consequentes implicações para a saúde humana, as organizações de saúde recomendam o consumo de alimentos ricos em ácidos gordos polinsaturados, especialmente da família n-3, em detrimento da família n-6 (*British Department of Health*, 1994) devendo uma dieta saudável, apresentar uma relação n-6/n-3 próxima de 4/1 ou 5/1 (Holman, 1998). Este rácio, a par do rácio PUFA/SFA, são hoje parâmetros de avaliação nutricional dos alimentos amplamente usados e aceites pela comunidade científica internacional (Holman, 1998). Um dos aspectos salutaros que pode ajudar a reabilitar a débil imagem criada em torno da carne dos ruminantes, é sem dúvida a presença de uma relação mais benéfica, em termos nutricionais, entre as famílias n-6/n-3, encontrada especialmente nos animais de

produção extensiva (Nurnberg *et al.*, 1998), que podem apresentar rácios n6/n3 abaixo dos valores recomendados (4-5), logo mais favoráveis a uma dieta mais equilibrada.

Os ácidos gordos essenciais, poliinsaturados, da família ómega-3 (n-3), especificamente o DHA (22:6n-3) e EPA (20:5n-3) proporcionam um leque alargado de benefícios para a saúde humana, entre os quais se destacam:

### **1) Protecção anti-inflamatória**

A predominância das famílias n-6 ou n-3, ao nível dos fosfolípidos membranários, tem importantes repercussões no potencial pró-inflamatório das membranas celulares. Muito embora os eicosanóides (prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos), derivados do ácido araquidónico (ARA) e EPA tenham uma estrutura molecular muito semelhante, possuem marcadas diferenças biológicas. Consequentemente, a predominância dos ácidos gordos n-6 resulta num estado pró-inflamatório derivado da produção de prostaglandinas da 2ª série e leucotrienos da 4ª série, enquanto o aumento dos ácidos gordos n-3 conduz a um estado menos pró-inflamatório, consequência da produção de prostaglandinas da 3ª série e leucotrienos da 5ª série, com acção inflamatória de potência inferior (Shapiro, Wu & Meydani, 1993). Os efeitos benéficos dos ácidos gordos da família n-3, principalmente os de cadeia muito longa como o EPA e o DHA, têm sido demonstrados na involução da artrite reumatóide (Digiacomio, Kremer & Shah, 1989; Kremer, 1991), da psoríase e da colite ulcerativa (Shapiro *et al.*, 1993; Benatti, Peluso, Nicolai & Calvani, 2004). Os efeitos positivos, associados aos ácidos gordos da família n-3 (LNA, EPA e DHA), repercutem-se ainda na diminuição do quimiotactismo dos neutrófilos e dos monócitos, na redução da produção de espécies reactivas de oxigénio (superóxido e peróxido de hidrogénio) pelos neutrófilos e monócitos estimulados, na moderação da produção de citocinas pró-inflamatórias pelos monócitos e linfócitos T e ainda no decréscimo da proliferação de linfócitos T (Calder, 2001).

### **2) A prevenção de doenças do foro psíquico**

A suplementação, com ácidos gordos da família n-3 (EPA e DHA) tem sido associada à diminuição dos sintomas de doenças do foro psiquiátrico, das quais se destacam a depressão, a doença bipolar, a esquizofrenia e a doença de Alzheimer



(Adams, Lawson, Sanigorski & Sinclair, 1996; Edwards, 1998; Peet, Murphy, Shay & Horrobin, 1998; Maes *et al.*, 1999; Freeman, 2000)

### **3) Protecção cardiovascular**

Os efeitos benéficos dos PUFA, particularmente dos n-3, têm sido associados à prevenção das doenças cardiovasculares, nomeadamente a doença coronária. As propriedades anti-inflamatória, anti-aterosclerótica, anti-trombótica, fibrinolítica, anti-arritmica, hipotrigliceridémica e hipolipidémica são, em parte, responsáveis pelo efeito cardioprotector (Reibel, Holahan & Hock, 1988; Kris-Etherton *et al.*, 2001; Demaison & Moreau, 2002). Prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos derivadas dos EPA diminuem a viscosidade sanguínea e a agregação plaquetária, promovem a vasodilatação e a sensibilidade à insulina (Uauy & Valenzuela, 2000). Pelo que se pode afirmar, que os ácidos gordos da família n-3, possuem efeitos biológicos bem mais favoráveis quando comparados com os derivados dos n-6 (Okuyama, Kobayashi & Watanabe, 1997).

### **4) Fortalecimento do sistema imunitário**

As células que compõe o sistema imunitário humano, provenientes de uma típica dieta ocidental, contêm sensivelmente 20% de ARA, 1% de EPA e 2,5% DHA, podendo estas percentagens serem alteradas, em consequência de modificações na proporção destes mesmos ácidos gordos na dieta (Calder, 2007).

As alterações funcionais resultantes de uma maior concentração de ácidos gordos, nomeadamente EPA e DHA, ao nível das células do sistema imunitário, reflectem-se: 1) no aumento da sua capacidade fagocítica; 2) na intensificação da sinalização por parte das células T; 3) na maior capacidade de apresentação do antígeno (Calder, 2007).

Os ácidos gordos n-3 apresentam um efeito imunossupressor intrínseco, facto que parece resultar da acção inibitória que estes exercem sobre os eicosanóides derivados do ARA, tais como as prostaglandinas da 2ª série e leucotrienos da 4ª série (Uauy & Valenzuela, 2000).

### **5) Suporte estrutural durante o desenvolvimento fetal**

Os PUFA são elementos estruturais de vital importância na composição das membranas celulares, sendo a sua acção essencial durante o desenvolvimento fetal, aquando da formação de novos tecidos, estando o sistema nervoso central particularmente dependente de ARA e DHA para um óptimo e eficaz

desenvolvimento (Broadhurst *et al.*, 1998). Tendo em consideração que o máximo desenvolvimento ocorre durante o último trimestre de gravidez e nos primeiros anos de vida, torna-se por isso fundamental suplementar a dieta com uma adequada quantidade de PUFA's, principalmente da família n-3, durante este período crítico, principalmente quando a dieta é pobre em alimentos de origem marinha (Innis, 1991; Broadhurst, Cunnane & Crawford, 1998).

Para além dos ácidos gordos da família n-3, a carne de ruminantes é particularmente rica em isómeros conjugados do ácido linoleico (CLA), sendo a este nível uma das principais fontes dietéticas destes compostos, juntamente com os laticínios (Broadhurst *et al.*, 1998), podendo pelas suas qualidades revalorizar a carne de ruminante.

O termo CLA engloba um grupo heterogéneo de isómeros geométricos e posicionais do ácido linoleico (C18:2n-6), com as respectivas ligações duplas (Broadhurst *et al.*, 1998). O CLA possui uma vasta e ampla gama de efeitos potencialmente benéficos para a saúde (Prates & Mateus, 2002; Wahle, Heys & Rotondo, 2004; Tricon & Yaqoob, 2006). O isómero mais representativo de CLA, é o ácido ruménico (18:2c9,t11), produzido no rúmen durante a biohidrogenação microbiana do ALA e também nos tecidos através da  $\Delta^9$ -desaturase, enzima responsável pela desaturação do ácido trans-vacénico (18:1t11) (Griinari & Bauman, 1999). Alguns dos isómeros do CLA exibem actividades biológicas importantes, entre as quais se incluem as propriedades anticancerinogénica, a anti-diabetogénica, anti-aterogénica, imunomodulação e regulação do crescimento ósseo (Belury, 2002).

A Academia Nacional de Ciências dos E.U.A. reconheceram o CLA como o único ácido gordo que inequivocamente demonstrou inibir a carcinogénese em experimentação animal (Council, 1996). Estudos *in vitro* demonstraram que concentrações fisiológicas de CLA promovem a inibição da proliferação de diversas linhagens de células cancerígenas (Shultz, Chew & Seaman, 1992a; Shultz, Chew & Seaman, 1992b; Schonberg & Krokan, 1995). Este efeito do CLA depende da dose, desde um nível de inclusão na dieta de 0,1% até 1% (Ip *et al.*, 1994). Este facto coloca o CLA numa posição privilegiada, uma vez que a sua eficácia anticancerinogénica se manifesta em concentrações na dieta próximas das encontradas na alimentação humana dos países mais desenvolvidos.

## 5. O papel da vitamina E na qualidade da carne

A vitamina E representa, contrariamente a outras vitaminas com uma única estrutura química, o conjunto de todos os tocoferóis e tocotrienóis ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - tocoferóis e respectivos tocotrienóis) de origem natural. A vitamina E apresenta uma potente actividade antioxidante nos sistemas biológicos (Morrissey, Buckley, Sheehy & Monahan, 1994; Eldin & Appelqvist, 1996; Morrissey, Buckley & Galvin, 2000). Apesar do  $\alpha$ -tocoferol ser o homólogo presente em maior concentração na carne, podem aparecer outros homólogos dependendo das carnes e da disponibilidade desses análogos na dieta dos animais. Assim, nos ruminantes domésticos é também comum encontrar o  $\gamma$ -tocoferol, sendo mesmo possível encontrar todos os homólogos na carne de monogástricos e aves (Quaresma *et al.*, 2008; Ponte *et al.*, 2008).

No que concerne à deterioração da qualidade da carne, aponta-se a principal responsabilidade ao desenvolvimento microbiano, enquanto que a oxidação lipídica é o segundo factor mais importante (Buckley, Morrissey & Gray, 1995; Monahan, 2000). A oxidação lipídica compromete assim, em muito, a qualidade da carne, contribuindo para a perda do seu valor nutricional, sendo também responsável pela alteração dos seus maiores atributos, tais como a cor, o odor e o *flavour* (Gray, Gomaa & Buckley, 1996). Por outro lado, a oxidação dos ácidos gordos polinsaturados reduz o valor nutricional e nutracêutico da carne, enquanto que a oxidação do colesterol poderá resultar na produção de compostos potencialmente tóxicos (Esterbauer, 1993; Kubow, 1993), com efeitos adversos para a saúde (Higley, Taylor, Herian & Lee, 1986; Souza & Silva, 2006).

No que respeita à carne, verifica-se uma correlação positiva entre a percentagem de ácidos gordos insaturados presentes ao nível das membranas das células musculares e a velocidade de oxidação lipídica (Lin *et al.*, 1989; Monahan, Buckley, Morrissey, Lynch & Gray, 1992). Os antioxidantes, como a vitamina E, promovem a estabilidade oxidativa da membrana celular e contribuem para a diminuição da sua taxa de oxidação, preservando assim as características da carne (Salvatori *et al.*, 2004), o seu valor nutricional e o seu tempo de prateleira.

De entre os oito compostos que constituem a vitamina E, apenas 2 estão frequentemente presentes na carne de ruminantes, o  $\alpha$ -tocoferol e o  $\gamma$ -tocoferol

(Prates, Quaresma, Bessa, Fontes & Alfaia, 2006; Sampels, Pickova & Wiklund, 2004), estando os seus teores dependentes do aporte nutricional e das variações sazonais desta vitamina, o que decorre da flutuação dos seus teores no pasto e da própria disponibilidade de pasto verde, pois a pastagem e forragem fresca é mais rica do que o concentrado ou cereais (Eriksson & Pickova, 2007).

Os valores de vitamina E nos tecidos animais dependem principalmente da concentração plasmática de vitamina E, totalmente dependente da dieta, enquanto as diferenças encontradas entre os tecidos do mesmo animal dependem da própria constituição celular desses tecidos.

No que respeita ao tecido muscular, a concentração do  $\alpha$ -tocoferol está intimamente dependente do tipo da fibra muscular (Arnold *et al.*, 1993; Jensen *et al.*, 1997;). As fibras musculares oxidativas do tipo I e IIa contêm um maior teor de  $\alpha$ -tocoferol (Jensen, Essen-Gustavsson & Hakkarainen, 1988). Esta relação (tipo de fibra muscular/teor de  $\alpha$ -tocoferol) fundamenta-se nas características inerentes às fibras musculares oxidativas, as quais apresentam: 1) um maior aporte sanguíneo, viabilizando mais vitamina E às suas fibras; 2) um maior número de organitos subcelulares (mitocôndrias e microssomas) e consequentemente mais vitamina E membranar; 3) maior conteúdo lipídico, aumentando em muito a capacidade de armazenagem desta vitamina lipossolúvel (Ashmore, Tompkins & Doerr, 1972).

É importante salientar que a adição *post-mortem* de  $\alpha$ -tocoferol não contribui para a protecção anti-oxidativa dos lípidos membranários uma vez que o  $\alpha$ -tocoferol não será incorporado na membrana, onde se pensa ter início a oxidação lipídica (Schaefer, Liu, Faustman & Yin, 1995; Mitsumoto, Arnold, Schaefer & Cassens, 1993), ao contrário da sua suplementação em vida.

## 6. Carne de pequenos ruminantes com certificação (DOP e IGP) em Portugal

Em Portugal existem oito carnes de borrego e cinco carnes de cabrito certificadas (Tabela 1). Do conjunto de todas as carnes certificadas, com a designação DOP, podemos encontrar três carnes de borrego (Cordeiro Bragançano-DOP, Borrego Terrincho-DOP e Borrego Serra da Estrela-DOP) e uma carne de cabrito (Cabrito Transmontano-DOP). Existindo ainda com a certificação IGP cinco carnes de borrego (Cordeiro do Barroso-IGP, Borrego da Beira-IGP, Borrego de Montemor-o-Novo-IGP, Borrego do Baixo Alentejo-IGP e Borrego do Nordeste Alentejano-IGP) e quatro carnes de cabrito (Cabrito da Beira-IGP, Cabrito da Gralheira-IGP, Cabrito das Terras Altas do Minho-IGP e Cabrito do Barroso-IGP).

Tabela 1 – Ovinos e Caprinos com certificação

<b>Nomes Protegidos Ovinos</b>	
Cordeiro de Barroso	IGP
Cordeiro Bragançano	DOP
Borrego da Beira	IGP
Borrego de Montemor-o-Novo	IGP
Borrego do Baixo Alentejo	IGP
Borrego do Nordeste Alentejano	IGP
Borrego Terrincho	DOP
Borrego da Serra da Estrela	DOP
<b>Nomes Protegidos Caprinos</b>	
Cabrito da Beira	IGP
Cabrito da Gralheira	IGP
Cabrito das Terras Altas do Minho	IGP
Cabrito do Barroso	IGP
Cabrito Transmontano	DOP

Fonte: Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), 2005

Reportando a dados de 2005, verifica-se que a produção de borrego certificado apresenta uma dicotomia entre o Norte e Sul de Portugal, com o Norte a produzir exclusivamente borregos até 7 kg de carcaça, enquanto a produção a Sul se limita à produção de borregos entre os 7 e os 13 kg de carcaça (Tabela 2). Em termos de representatividade verifica-se a Norte do Tejo apenas o Borrego do Barroso e o Borrego Terrincho apresentavam produção certificada, sendo responsáveis por 2,2% do total de carcaças de borrego certificadas e 1,1% da quantidade de carne (kg) de borrego certificada presente no mercado nacional em 2005. O Sul de Portugal (Alentejo) apresentava em 2005 três carnes de Borrego certificadas, que em conjunto eram responsáveis por 97,8% do número total de carcaças de borrego certificadas e 98,9% da quantidade de carne (kg) de borrego certificada presente no mercado nacional em 2005 (Tabela 2). Relativamente ao cordeiro Bragançano e ao borrego da Beira não existem registos da sua produção.

Tabela 2 – Produção de carne de Ovino (kg de carcaça), com certificação

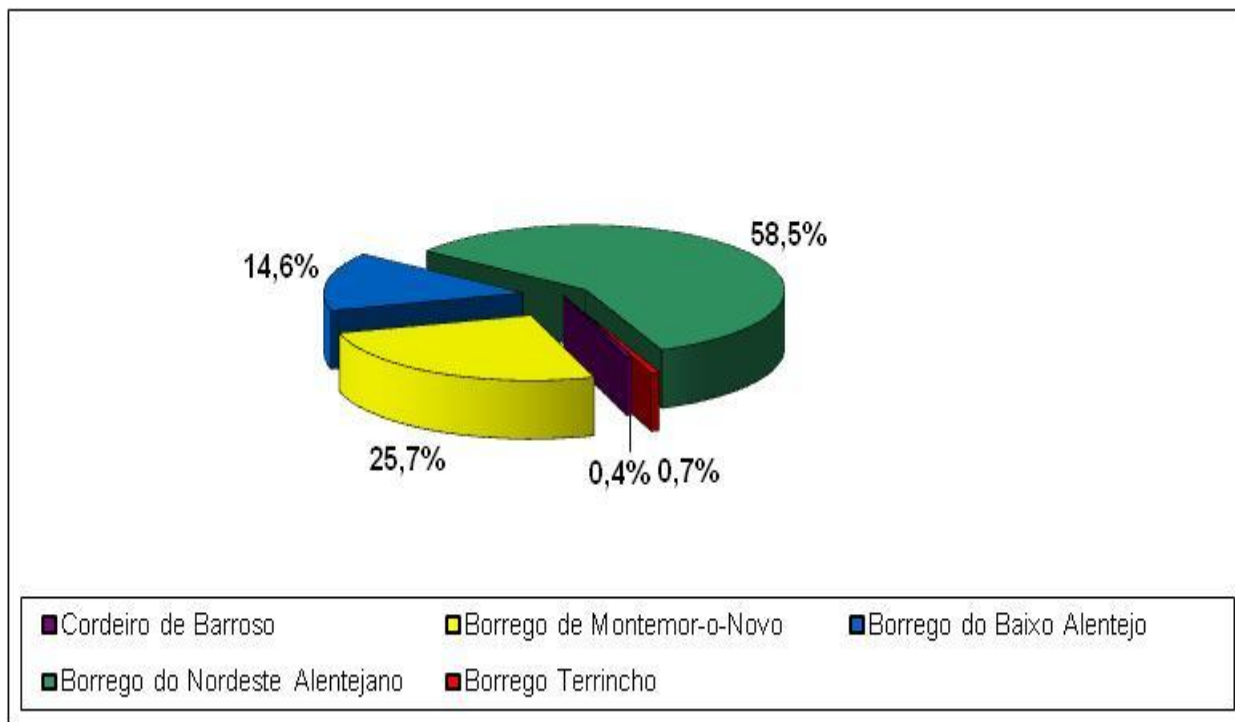
DESIGNAÇÃO	até 7 kg		7 a 13 kg		TOTAL	
	Nº carcaças	Peso (kg)	Nº carcaças	Peso (kg)	Nº carcaças	Peso (kg)
Cordeiro de Barroso	142	986			<b>142</b>	<b>986</b>
Cordeiro Bragançano						
Borrego da Beira						
Borrego de Montemor-o-Novo			4998	58000	<b>4998</b>	<b>58000</b>
Borrego do Baixo Alentejo			2652	33000	<b>2652</b>	<b>33000</b>
Borrego Nordeste Alentejano			11000	132000	<b>11000</b>	<b>132000</b>
Borrego Terrincho	269	1500			<b>269</b>	<b>1500</b>
Borrego da Serra da Estrela						
<b>TOTAL</b>	<b>411</b>	<b>2486</b>	<b>18650</b>	<b>223000</b>	<b>19061</b>	<b>225486</b>

DGADR: Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, valores referentes ao ano de 2005

Das carnes de borrego certificadas produzidas em Portugal no ano de 2005, encontrávamos no Alentejo os três produtos mais representativos do mercado nacional, com o borrego do Nordeste Alentejano-IGP a ser o mais representativo com 58,5% do total de carne de Borrego certificada (kg) vendida em Portugal,

seguinte-se-lhe o Borrego de Montemor-o-Novo-IGP e o Borrego do Baixo Alentejo-IGP com 25,7% e 14,6%, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 – Produção de carne de Ovino, com certificação (em kg de carcaça).



DGADR: Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, valores percentuais referentes ao ano de 2005

No que concerne à carne de cabrito certificada, em 2005 a produção estava limitada ao Norte de Portugal, existindo por essa altura três cabritos certificados (Tabela 3).

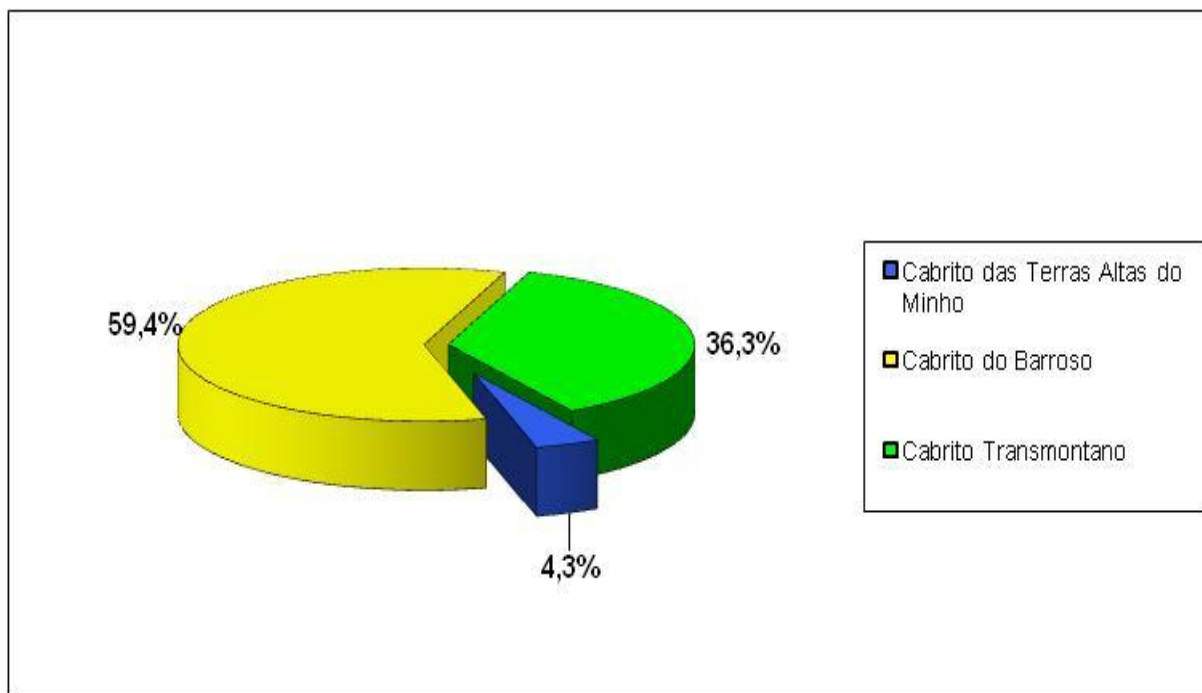
Tabela 3 – Produção de carne de Caprino (kg), com certificação

Designação	Nº de cabeças	Quilos de carcaça
Cabrito das Terras Altas do Minho	131	664
Cabrito do Barroso	1930	9279
Cabrito Transmontano	1092	5678
<b>TOTAL</b>	<b>3153</b>	<b>15621</b>

DGADR: Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, valores referentes ao ano de 2005 (para cabritos de peso vivo ≤ 10 kg)

O cabrito do Barroso-IGP representava, em 2005, 59,4% do total (kg) de cabrito certificado em Portugal, seguindo-se por ordem de produção o cabrito Transmontano-DOP (36,3%) e o cabrito das Terras Altas do Minho-IGP (TAM-IGP, 4,3%), (Figura 2).

Figura 2 - Produção de carne de Caprino, com certificação.



DGADR: Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural valores percentuais referentes ao ano de 2005

Apesar da existência de oito carnes de borregos certificadas (cinco com certificação IGP e três com certificação DOP) e de cinco carnes de cabrito (quatro com certificação IGP e uma com certificação DOP), este número fica muito aquém das possibilidades do nosso país, atendendo ao elevado número de raças autóctones, quinze raças de ovinos e cinco raças de caprinos (Tabelas 4 e 5). Esta discrepância entre a riqueza genética de Portugal e o número comparativamente reduzido de certificações de borrego e cabrito poderá resultar, pelo menos em parte, do efectivo relativamente pequeno da maioria das raças autóctones e da dispersão do efectivo por rebanhos de pequena dimensão (Tabelas 4 e 5).



Tabela 4 – Efectivo total estimado e fêmeas inscritas nos livros genealógicos das raças ovinas autóctones

2007	Nº Fêmeas	% Total de fêmeas	Nº de criadores	Ovelhas/ criador	Efectivo total estimado
<b>Churras:</b>					
Galega Bragançana*	9630	7,2	86	112	59366
Galega Mirandesa*	7656	5,7	70	109	18604
Badana*	2911	2,2	20	146	28100
Terra Quente	26848	20	350	77	67670
Minho*	3500	2,6	71	49	
Mondegueira*	3500	2,6	29	121	10703
Campo*	130	0,1	4	33	
Algarvia*	2300	1,7	30	77	6072
<b>Total</b>	<b>56475</b>	<b>42,1</b>	<b>660</b>	<b>90</b>	<b>190515</b>
<b>Bordaleiras:</b>					
Entre Douro e Minho*	9425	7,0	300	31	34356
Serra da Estrela	20721	15,4	315	66	129285
Salóia*	7150	5,3	30	238	15595
Campaniça*	6439	4,8	20	322	20526
<b>Total</b>	<b>43735</b>	<b>32,6</b>	<b>665</b>	<b>164</b>	<b>199762</b>
<b>Merinas:</b>					
Beira Baixa*	7585	5.6	24	316	16003
Preta*	9500	7.1	55	173	8399
Branca	17000	12.7	40	425	791716
<b>Total</b>	<b>34085</b>	<b>25.4</b>	<b>119</b>	<b>305</b>	<b>816118</b>
<b>Total/Média</b>	<b>134295</b>		<b>1444</b>	<b>93</b>	<b>2057692</b>

<sup>1</sup> Fonte: departamento de genética e melhoramento animal, Estação Zootécnica Nacional (dados referentes a 2007)

\*Raças consideradas em risco de extinção (Regulamento CE nº 445/2002)

Tabela 5 – Efectivo total estimado e fêmeas inscritas nos livros genealógicos das raças caprinas autóctones

2007	Fêmeas Inscritas <sup>1</sup>	% Total de Fêmeas	Nº de Criadores	Cabras Criador	Efectivo Total Estimado
Algarvia*	4688	11	87	54	14000
Bravia*	9700	22	87	111	10000
Charnequeira*	5086	12	64	79	35000
Serpentina*	4162	10	20	208	100000
Serrana	19500	45	276	71	240000
<b>TOTAL/MÉDIA</b>	<b>43136</b>	<b>100</b>	<b>534</b>	<b>81</b>	<b>399000</b>

<sup>1</sup> Fonte: departamento de genética e melhoramento animal, Estação Zootécnica Nacional (dados referentes a 2007); \* Raças consideradas em risco de extinção (Regulamento CE nº 445/2002)

## **7. As raças autóctones *versus* exóticas**

O crescimento desmesurado da população, e a consequente globalização, contribuíram em muito para a industrialização do sector agro-pecuário, transformando o animal numa autêntica unidade fabril. Este sistema de produção intensivo, procura explorar e potencializar as capacidades genéticas do animal, visando a obtenção de uma maior quantidade de produto final, proporcionando um preço mais acessível ao consumidor. Contudo, o consumidor actual está mais exigente preocupando-se com: 1) a qualidade intrínseca dos produtos que consome; 2) com os efeitos nocivos para o ambiente decorrentes dos sistemas de produção intensivos e 3) com o bem-estar dos animais de produção. Esta nova consciencialização, fundamentada na imensa informação divulgada pelos *media*, tem motivado a procura de novos produtos no mercado por parte do consumidor e tem também sido responsável pelo reaparecimento dos sistemas de produção tradicionais, tais como os sistemas de produção extensivos e semi-extensivos. Estes sistemas de produção diferenciados, embora denotando um menor grau de eficiência comparativamente com os sistemas de produção intensivos, são no entanto ambientalmente sustentáveis, permitindo uma melhor e mais equilibrada utilização dos recursos locais disponíveis (Andrade, Rodrigues & Rodrigues, 1999). Neste sentido, foi proposto pelo Conselho Europeu a criação de sistemas de Denominação de Origem Protegida (DOP) e de Indicação Geográfica Protegida (IGP) (antigo regulamento nº 2081/92 de 14/7/1992 CE, revogado pelo presente nº 510/2006, de 20/03/2006 CE), que teve como objectivo a preservação dos sistemas tradicionais, ao salvaguardar e promover a genuidade dos modelos de agricultura extensiva de regiões desfavorecidas, promovendo um produto animal específico, de qualidade e de valor acrescentado, de forma a satisfazer não um mercado global, mas um sector de consumidores altamente exigentes e dispostos a pagar o preço justo pelos produtos que possuam as características que mais valorizam (Mennecke *et al.*, 2007).

A valorização da qualidade destes produtos, como principal arma da sua consolidação num mercado consumidor exigente, passa por um trabalho conjunto entre os Agrupamentos de Produtores e os Organismos Certificadores. O êxito desta tarefa, só poderá ser alcançado através dos sistemas de controlo, previstos pelo

regulamento (CE) nº 882/2004 (verificação do cumprimento da legislação em matéria de alimentação animal e humana e os regulamentos sobre saúde e bem-estar animal), devendo ser aplicados em qualquer fase da produção, da transformação e da distribuição do produto em causa. Só assim vingará a necessária segurança alimentar, que é sem dúvida uma ferramenta imprescindível para garantir a qualidade do produto. A par das acções mencionadas, urge a realização de trabalho experimental de caracterização da composição física (músculo, gordura) e bioquímica (proteína e ácidos gordos) dos diversos produtos com DOP e IGP, bem como de caracterização organoléptica dos mesmos, justificando cientificamente perante o consumidor o seu preço mais elevado.

De acordo com regulamento (CE nº 510/2006, de 20 Março de 2006), entende-se por: 1) "Denominação de Origem Protegida", o nome de uma região, de um local determinado ou, em casos excepcionais, de um país, que serve para designar um produto agrícola ou um género alimentício originário dessa região, desse local determinado ou desse país, cuja qualidade ou características se devem essencial ou exclusivamente a um meio geográfico específico, incluindo os factores naturais e humanos, e cuja produção, transformação e elaboração ocorrem na área geográfica delimitada; 2) "Indicação Geográfica Protegida", o nome de uma região, de um local determinado ou, em casos excepcionais, de um país, que serve para designar um produto agrícola ou um género alimentício originário dessa região, desse local determinado ou desse país, e que possui determinada qualidade, reputação ou outras características que podem ser atribuídas a essa origem geográfica, e cuja produção e/ou transformação e/ou elaboração ocorrem na área geográfica delimitada.

Os produtos DOP e IGP resultantes de animais de raças autóctones puras ou do seu cruzamento, criados num sistema de produção extensivo baseado no pasto e subprodutos agrícolas, deverá oferecer ao consumidor um produto com características organolépticas únicas resultante da genética nativa e do sistema de produção único e com uma composição nutricional mais favorável à saúde do consumidor. Em oposição a este sistema, os produtos resultantes de animais de raças exóticas criados num sistema de produção intensivo representam a massificação da produção animal, com preço mais acessível mas com uma composição nutricional potencialmente menos favorável para a saúde dos

consumidores (Alfaia *et al.*, 2006). A composição nutricional é para esta carne de particular importância, porque enquanto os borregos e cabritos DOP e IGP são alimentados com o leite das progenitoras, com uma composição bioquímica que reflecte as vantagens do pastoreio, os animais provenientes dos sistemas de produção intensivos são alimentados com leite de substituição. Tendo em consideração a tenra idade em que estes animais são abatidos para consumo e as diferenças consideráveis esperadas na composição do leite, são esperadas também diferenças significativas na composição nutricional e nutracêutica destas carnes.

## 7.1 Caracterização das raças em estudo

### 7.1.1 Raça Churra da Terra Quente

A alimentação dos ovinos da raça Churra da Terra Quente (Figura 3) encontra-se em perfeita harmonia e equilíbrio com o sistema de agricultura praticado na região. Região marcada pela presença de imensas cearas, apreciáveis extensões de olival, amendoal, vinha, algumas áreas de regadio, pastagens semeadas e pastagens naturais ([www.ovinosecaprinos.com/terraq.html](http://www.ovinosecaprinos.com/terraq.html)). O aproveitamento destes recursos é feito por pastoreio directo ou através do armazenamento de fenos e palhas, que mostram ser de primordial utilidade nos períodos de maior carência alimentar

Figura 3 – Ovelhas e borregos da raça Churra da Terra Quente em pastagem e respectiva distribuição geográfica.



O solar da raça Churra da Terra Quente, compreende toda a terra quente transmontana do distrito de Bragança e alguns concelhos de Vila Real e Guarda. A estreita ligação verificada entre a raça Churra da Terra Quente e o seu meio de dispersão, assentam na rusticidade característica desta raça, que aliada a uma notável capacidade produtiva e às elevadas performances reprodutivas, acabam por lhe conferir um importante papel socioeconómico em toda a região ([www.ovinosecaprinos.com](http://www.ovinosecaprinos.com)).

Actualmente, a raça é explorada essencialmente pela aptidão leiteira, sendo o leite aproveitado para o fabrico de Queijo Terrincho-DOP após o desmame precoce dos borregos, efectuada por volta dos 30 a 40 dias. Outra das aptidões desta raça é a produção de carne, obtendo-se como produto final o Borrego Terrincho DOP, estando recomendado o seu abate com cerca de 12 kg peso vivo (Tabela 6) ([www.ovinosecaprinos.com](http://www.ovinosecaprinos.com)).

Tabela 6 - Características produtivas da raça ovina Churra da Terra Quente

<b>Produção de Carne</b>
Peso ao Nascimento: Machos 3,870 kg; Fêmeas 3,645 kg
Peso aos 21 dias: Machos 7,150 kg; Fêmeas 6,820 kg
Peso aos 42 dias: Machos 12,870 kg; Fêmeas 12,055 kg
GMD intensivo: 255 g
Peso de abate tradicional: 10 – 15 kg
Idade de abate tradicional: 30 – 45 dias
Época principal de abate: Novembro/Dezembro
Rendimento da carcaça: 53 %
Relação Músculo/Osso: 2,75
Peso dos adultos: Machos 91,25 kg; Fêmeas 58,28 kg

Fonte – C.O.N. (Centro de Ovinicultura do Nordeste).

### 7.1.2 Raça Bravia

A raça autóctone Bravia (Figura 4) é criada num sistema de produção tradicional extensivo, sob o regime de vezeira, estando a sua alimentação confinada quase que exclusivamente à pastagem natural existente na região, ao estrato arbustivo e arbóreo. Durante o Inverno os animais são estabulados, fornecendo-lhes neste caso,

uma alimentação à base de feno, rama de videiro ou de salgueiro, e fetos secos ([www.ovinosecaprinos.com](http://www.ovinosecaprinos.com)).

Figura 4 – Exemplares da raça Bravia e distribuição geográfica da raça



O solar da raça Bravia é constituído pelas serranias Minhotas e toda a parte confinante de Trás-os-Montes, encontrando-se a sua área de produção compreendida pelos concelhos de Boticas, Chaves, Montalegre e Vila Pouca de Aguiar. A raça Bravia apresenta condições únicas de rusticidade, que lhe conferem uma produtividade admirável, sob condições edafoclimáticas difíceis, sendo a sua principal aptidão produtiva a carne (Cabrito do Barroso-IGP e Cabrito das Terras Altas do Minho-IGP) ([www.ovinosecaprinos.com/terraq.html](http://www.ovinosecaprinos.com/terraq.html)).

Os produtores sincronizam o calendário produtivo da raça de forma a concentrar os partos em duas épocas: 1) durante os meses de Novembro e Dezembro; 2) e durante os meses de Março e Abril. Estas duas épocas estão direccionadas para fornecer o mercado nos dois períodos de maior consumo de cabrito, nomeadamente para as épocas festivas da Páscoa e Natal. Nesta raça não se pratica o desmame, permanecendo os cabritos nas coortes até aos 2-3 meses, os quais após este período serão vendidos para abate ([www.ovinosecaprinos.com](http://www.ovinosecaprinos.com)).

### 7.1.3 Raça *Saanen*

Figura 5 – Cabritos e cabras de raça *Saanen*



A raça *Saanen* (Figura 5), exótica no nosso País, é originária da Suíça (Vale de *Saanen*), tendo como principal aptidão, a produção de leite. Estimando-se que a sua produção média por lactação varie entre 600 a 800 litros de leite num sistema de produção intensivo. É provavelmente a raça leiteira mais famosa do mundo e tem contribuído para a formação e/ou melhoramento de muitas outras raças caprinas leiteiras. A raça *Saanen* é muito exigente quanto ao regime alimentar, atingindo níveis de produção bastante elevados, apenas quando exploradas no sistema de exploração intensivo (Boichard, Bouloc, Ricordeau, Piacere & Barillet, 1989).

### 7.1.4 Raça *Assaf*

A raça *Assaf* (Figura 6) foi uma raça conseguida após vários programas de cruzamento e de melhoramento genético entre a raça *Awassi* e a raça Frísia do Leste, programas estes que visaram o aumento da produção leiteira, preservando ao mesmo tempo a sua elevada adaptabilidade ao clima agreste do deserto. A raça *Assaf* foi considerada estabilizada na proporção de 3/8 de Frísia do Leste e 5/8 de *Awassi*, mas com o decorrer do tempo, esta proporção foi sofrendo algumas alterações dentro dos diversos efectivos existentes. A raça *Assaf* tem boa



prolificidade (cerca de 1,6), sendo porém a sua principal aptidão produtiva a produção de leite (cerca de 334 kg/lactação), principal motor que a levou a conquistar novos territórios, acabando muitas vezes por se sobrepor e substituir as raças locais. A raça exótica *Assaf* foi introduzida no nosso País devido às suas elevadas características leiteiras e é explorada principalmente em regime de produção intensivo (Marques de Almeida, 2006), embora também se possam encontrar efectivos *Assaf* sem estarem confinados a este sistema de produção, como é exemplo a Herdade dos Esquerdos (Fontes & Mansinho, 2006).

Figura 6 – Progenitora e borrego *Assaf*, e conjunto de ovelhas *Assaf* em lactação e aguardando pela ordenha





## 8. O consumo sazonal de carne de borrego e de cabrito em Portugal

A valorização dos produtos caprinos e ovinos através da fixação de um padrão diferenciado de qualidade e da sua certificação é, no contexto actual, uma mais valia para a criação de condições de produção de caprino e de ovino no regime extensivo, assegurando uma alternativa económica para toda a região, promovendo o bem estar das populações que nela vivem e que dela dependem. Estão assim criadas as bases para a revitalização da economia das zonas rurais e o contributo para a fixação populações das zonas rurais.

O elevado consumo de carne de cabrito e de borrego verificado durante as quadras festivas do Natal e da Páscoa, aliados a uma forte tradição religiosa, determina uma sazonalidade de procura destes produtos, influenciando fortemente os preços praticados, tornando-se efectivamente compensador a produção destes animais.

Podemos constatar que existem três épocas de abate de Borrego Terrincho-DOP, ao longo do ano, com a intenção de abastecer o mercado durante a quadra Pascal (Março/Abril), seguindo-se a época festiva dos Santos populares (Junho) e por último o abastecimento do mercado para a época Natalícia (Dezembro). Verifica-se assim, uma forte ligação entre o consumo de borrego e a tradição religiosa.

Tabela 7 – Variação inter-anual do consumo de pequenos ruminantes (2000-2006)

Ano	Ovina		Caprina	
	Cabeça	Toneladas	Cabeça	Toneladas
2000	1.173.662	12.213	167.887	1.146
2001	1.115.355	11.335	142.568	964
2002	1.134.836	12.076	163.440	1.064
2003	1.098.350	11.315	139.284	918
2004	1.070.035	11.083	128.595	821
2005	1.087.193	11.085	114.939	698
2006	1.117.271	11.775	130.890	810

Nota: os dados do Tabela referem-se a abates submetidos à inspecção sanitária; Fonte: DGV

A época de abate do Cabrito das Terras Altas do Minho-IGP, está direccionada para abastecer o mercado nacional durante a época Pascal e Natalícia, pois são estas as épocas de eleição para o seu consumo, o que testemunha as fortes ligações tradicionais e religiosas existentes ao consumo de cabrito.

Da análise relativa à quantidade de toneladas de carne de ovino aprovadas para consumo humano, aufere-se que esta tem vindo a diminuir ligeiramente entre o ano de 2000 e o ano de 2006, registando-se uma maior quebra na espécie caprina (Tabela 7). Esta maior quebra de abate de caprinos poderá estar relacionada: 1) com o preço praticado, tornando-se proibitivo para muitas famílias a aquisição deste produto; 2) com o ritmo de vida moderna, o qual não permite a demora de confecção destas carnes, procurando os casais mais novos alimentos de mais fácil e rápida confecção; 3) com a dificuldade em arranjar pastores, como consequências do êxodo rural; 4) venda de animais vivos para Espanha.

## II MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Caracterização dos animais utilizados no estudo

Foram seleccionados para o estudo quatro raças, duas de ovinos e duas de caprinos, o mesmo é dizer que foram seleccionadas duas raças autóctones (ovino de raça Churra da Terra Quente e caprino de raça Bravia) e duas raças exóticas (ovino de raça Assaf e caprino Saanen). A selecção das raças autóctones teve por base a sua rusticidade e produção certificada, enquanto as raças exóticas foram escolhidas por serem na sua aptidão produtiva, animais de excelência leiteira.

### 2. Preparação da amostra

Para o estudo em análise adquiriu-se o lombo de 15 animais por cada raça em avaliação. O lombo com a respectiva estrutura óssea, vértebras lombares, e cobertura adiposa foi adquirido junto das respectivas Associações de Produtores: A.M.S.G. Mútua Basto (Cabrito Terras Altas do Minho-IGP), OVITEQ (borrego Terrincho-DOP) e às carnes Serralheiro, no caso dos animais de raças exóticas (Saanen e Assaf). Os animais usados neste estudo apresentavam como pesos de carcaça: Assaf ( $5,8 \pm 1,8$  kg); Saanen ( $5,0 \pm 0,5$  kg); Terrincho-DOP ( $5,8 \pm 1,1$  kg); cabrito das Terras Altas do Minho ( $5,6 \pm 0,8$  kg).

Do lombo, foi seleccionado apenas o músculo *longissimus lumborum*, desprovido de tecido adiposo e respectivas fáscias de tecido conjuntivo. O músculo limpo foi de imediato homogeneizada com o auxílio de uma picadora Moulinex ( $3 \times 5$  segundos), sendo posteriormente dividida em pequenas porções de acordo com a especificidade das análises a efectuar. A amostra utilizada para a análise do colesterol e vitamina E foi embalada a vácuo e mantida a  $-80$  °C até à execução da análise. As amostras utilizadas para a análise dos lípidos totais, ácidos gordos e CLA foram congeladas a  $-20$  °C, tendo sido posteriormente liofilizadas e armazenadas em exsiccadores com sílica gel activada até à execução das respectivas análises.

### 3. Procedimentos analíticos

Toda a metodologia inerente ao estudo e análise da carne de borrego e cabrito baseou-se nos protocolos técnicos previamente definidos pela secção de Bioquímica da FMV, procedimentos esses já anteriormente adaptados ao estudo da carne e utilizados para o estudo dos parâmetros em análise.

### 4. Determinação da matéria seca

#### 4.1 Equipamento usado

- Picadora *Moulinex*;
- Copo de plástico com tampa;
- Liofilizador Edwards Modulyo (Edwards High vacuum International, Rawley, Inglaterra);
- Exsicador de vidro com sílica gel activada

#### 4.2 Procedimento técnico

A matéria seca das amostras de músculo em estudo foi determinada por liofilização (em duplicado), de acordo com o método descrito por Rosenkranz (1993). O método consistiu na pesagem de cerca de 20,0 g de músculo picado para um copo de plástico e posterior congelação a -20 °C. Seguidamente, as tomas de ensaio foram colocadas num liofilizador ajustado a -60 °C e 10 Bar, durante 72 horas.

Findo o período de liofilização, as tomas de ensaio foram pesadas e o produto liofilizado foi armazenado em exsicador aguardando posterior análise. O teor de matéria seca, expresso em g por g de músculo, foi calculado segundo a seguinte relação algébrica:

$$\text{Matéria seca} = m_{72}/m_0;$$

$m_{72}$  = massa da toma de ensaio, expresso em g, após 72 horas de liofilização

$m_0$  = massa da toma de ensaio, expresso em g antes da liofilização

A amostra foi considerada liofilizada, quando 72 horas decorridas desde o início do processo de liofilização, se verificasse que os valores de duas pesagens efectuadas com 1 hora de intervalo não excedessem os 1% de variação. Em caso de incumprimento, o período de liofilização seria estendido no tempo com o objectivo de se respeitar esse intervalo de 1%.

## **5. Extracção e quantificação dos lípidos totais**

### **5.1. Equipamento utilizado**

- Estufa de aquecimento *Struers* (Struers fabr. EL. A.B. Hélios);
- Exsicador de vidro com sílica gel activada;
- Vortex;
- Banho-maria com ultra-sons *Grant*, modelo MX B14 (Grant Instruments, Cambridge, Inglaterra);
- Centrífuga Sigma, modelo 6K10 (Laboratory Centrifuges GmbH, Melsungen, Alemanha);
- Papel de filtro nº 1 *Whatman* (Whatman International Lda, Maidstone, Inglaterra);
- Banho *Grant*, modelo SUB14 (Grant Instruments, Cambridge, Inglaterra);
- Rotoevaporador *Heidolph*, modelo VV1 (Alemanha).

### **5.2. Reagentes**

- Metanol – Metanol p.a. (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) adicionado de 25 mg/l de butilhidroxitolueno (BHT);
- Diclorometano – Metanol p.a. (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) adicionado de 25 mg/l de BHT (Sigma-Aldrich Ltd., St. Louis, MO, E.U.A.);
- Solução de diclorometano/metanol (4:1 V/V) – Preparada por adição de diclorometano p.a. ACS (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) a 200 ml de metanol p.a. (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha), adicionada de 25 mg/l de BHT (Sigma-Aldrich Ltd., St. Louis, MO, E.U.A.);

- *n*-hexano – *n*-hexano p.a. 99% (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) adicionada de 25 mg/l de BHT (Sigma-Aldrich Ltd., St. Louis, MO, E.U.A.);
- Cloreto de potássio 0,8% - Pesaram-se 8 g de cloreto de potássio (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha), dissolveram-se em água destilada tipo III e completou-se o volume a 1000 ml;
- Azoto Comercial – Garrafa de azoto (CG220, Linde Sogás, Lda., Lisboa, Portugal).

### 5.3. Procedimento técnico

O método de extracção e quantificação dos lípidos adoptado está de acordo com o descrito por Frishe *et al.* (2000).

Os balões do rotoevaporador foram secos numa estufa a 70 °C durante a noite. Terminada a secagem, retiraram-se para um exsiccador e foram pesados 1 hora depois, registando-se a massa determinada.

Pesaram-se de cada amostra 0,2500 g de músculo liofilizado, em duplicado, para tubos de 16 ml. A cada tubo foram adicionados 2,5 ml de metanol e deixou-se humedecer a toma de ensaio durante 5 minutos. Os tubos foram agitados no vortex durante 10 segundos e colocados no banho de ultra-sons, durante 5 minutos a 30 °C, com agitação regular. De seguida efectuaram-se quatro extracções:

- 1ª Extracção: adicionaram-se 5 ml de diclorometano, agitando no vortex durante 10 segundos, e colocados no banho de ultra-sons, durante 5 minutos a 30°C. O homogeneizado foi centrifugado a 2500 r.p.m. durante 5 minutos. Recolheu-se a fase líquida de cada tubo que foi filtrada para um tubo de plástico de 50 ml.
- 2ª Extracção: ao resíduo da centrifugação anterior foram adicionados 7,5 ml de solução de diclorometano/metanol (4:1 V/V), foi efectuada uma extracção idêntica à anterior e colocados os tubos no banho ultra sons durante 10 minutos. A fase líquida resultante da centrifugação foi recolhida para o tubo de plástico referido na extracção anterior.
- 3ª Extracção: à fase sólida resultante da extracção anterior adicionando-se 7,5 de solução de diclorometano/metanol e executou-se o protocolo anterior,

com 5 minutos de agitação no banho-maria com ultra-sons. O sobrenadante foi colhido para o mesmo tubo referido na 1ª extracção.

- 4ª Extracção: por último, foram adicionados 7,5 ml de *n*-hexano à fase sólida, e repetiu-se o procedimento descrito na 1ª extracção.

A cada tubo de 50 ml, onde foram recolhidos os vários extractos, adicionaram-se 7,5 ml de solução de KCl 0,8%, agitou-se durante 10 segundos no vortex e procedeu-se a uma centrifugação a 3500 r.p.m. durante 20 minutos. As fases orgânicas, dos tubos de 50 ml, foram aspiradas e filtradas com filtro separador de fases, humedecido com diclorometano, para balões de rotoevaporador previamente tarados como descrito anteriormente. Os solventes dos balões foram evaporados em rotoevaporador, a 35 °C. De seguida, os balões foram devidamente colocados na estufa a 70 °C por um período de 2 horas, para permitir a evaporação de resíduos de solventes ainda presentes na amostra, a arrefecidos no exsiccador e pesados 1 hora depois para determinar os lípidos totais.

#### 5.4 Cálculos

O cálculo do teor lipídico na matéria seca de músculo, expresso em percentagem, foi obtido pela seguinte relação algébrica:

$$\% \text{ de gordura} = \Delta M \times 100/m$$

$$\Delta M = M2 - M1$$

M2 = massa do balão contendo o resíduo orgânico, expressa em g

M1 = massa do balão, expressa em g

m = massa da toma de ensaio expressa em g

O teor lipídico total pode ainda ser expresso em mg/g de músculo pela seguinte equação:  $(\Delta M \times 1000/m) \times MS (\%) \times 0,01$

Sendo que:

$\Delta M$  e m correspondem aos valores anteriormente enunciados

MS = matéria seca, expressa em percentagem da matéria húmida

O teor de lípidos totais de cada amostra foi dado pela média aritmética de duas determinações efectuadas em paralelo, tendo-se aceite um coeficiente de variação inferior a 15% entre duplicados, tendo sido repetidas as análises sempre que o coeficiente de variação ultrapassasse esse patamar.

## **6. Quantificação simultânea de colesterol total e vitamina E (tocoferóis e tocotrienóis)**

### **6.1 Equipamento**

- Banho-maria a 80 °C, com termóstato e agitação a 200 r.p.m.;
- Vortex;
- Centrífuga Sigma, modelo 6K10 (Laboratory Centrifuges GmbH, Melsungen, Alemanha);
- Seringa de vidro (*Originali Leber*, Itália);
- Filtros de seringa hidrofóbicos 0,45µm (Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, CA, E.U.A.).

### **6.2 Reagentes**

- Ácido ascórbico – Ácido L (+) ascórbico (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Solução metanólica de hidróxido de potássio 11% (peso/volume) - Pesaram-se 11 g de hidróxido de potássio p.a. (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha), dissolveram-se em 45 ml de água destilada e perfez-se o volume com etanol p.a. (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) até aos 100 ml. Esta solução era de preparação extemporânea, sendo por isso preparada dia a dia de acordo com o volume necessário;
- *n*-hexano - *n*-hexano p.a. 99% (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) adicionada de 25 mg/l de BHT (Sigma-Aldrich Ltd., St. Louis, MO, E.U.A.);
- Sulfato de sódio anidro – Sulfato de sódio anidro (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha).

### **6.3 Procedimento técnico**

Saponificação e extracção:

Para este procedimento, saponificação, pesaram-se para dois tubos (duplicado) 0,75 g de amostra de músculo homogeneizado (previamente descongelado) aos quais se



adicionaram 0,2 g de ácido ascórbico e 5,5 ml de solução de saponificação (solução metanólica de hidróxido de potássio 11%, preparada extemporaneamente). A amostra foi de imediato agitada em vortex para evitar a aglomeração do músculo. Após a agitação, eliminou-se o ar dos tubos por substituição com azoto e a mistura foi novamente agitada até à dissolução completa do ácido ascórbico. A saponificação decorreu num banho-maria a 80 °C, com termóstato e agitação a 200 r.p.m. durante 15 minutos.

Após a saponificação os tubos foram arrefecidos em água fria durante 1 minuto. Findo o arrefecimento, foram adicionadas à mistura 1,5 ml de água destilada e 3 ml de *n*-hexano, as amostras foram agitadas vigorosamente em vortex durante 2 minutos e centrifugadas a 2500 r.p.m. durante 5 minutos de forma a acelerar a separação por fases.

A fase superior (*n*-hexano) foi aspirada para pequenos tubos aos quais se adicionou sulfato de sódio anidro (uma pequena quantidade na ponta da espátula). O tubo foi agitado em vortex e foi filtrada uma alíquota das fases do *n*-hexano (superiores) com filtro hidrofóbico 0,45 µm para frascos âmbar de 1,5 ml com septos de teflon.

### **6.3.1 Análise por cromatografia líquida de alta pressão (HPLC)**

#### **6.3.1.1 Equipamento**

- O sistema HPLC usado é um Agilent série 1100 (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA) composto por uma bomba quaternária (Agilent G1311A), desarejador de solvente (Agilent, modelo G1322A), uma coluna de sílica de fase normal (Zorbax RX-Sil, 4,6 mm ID x 250 mm; 5 µm de tamanho de partícula, Chrompack, Bridgewater, NJ, E.U.A.), forno termostaticado (Agilent G1316A), um detector de fotodíodos Agilent G1315A e um detector de fluorescência Agilent G1321A;
- Software HP ChemStation for LC 3D (Ver. A09.01, Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA).

Na análise simultânea do colesterol e tocoferóis no músculo foi usada uma coluna de sílica de fase com detecção de fluorescência para tocoferóis (excitação a um

comprimento de onda de 295 nm e emissão a um comprimento de onda de 325 nm) e detector de fotodíodos UV-Vísivel para colesterol (202 nm). Os níveis de colesterol total e tocoferóis da carne foram calculados em duplicado e para cada amostra de músculo, apenas se aceitando os resultados das análises quando o coeficiente de variação (CV) foi inferior a 10%.

#### **6.3.1.2 Reagentes**

- Fase móvel: 1% isopropanol em *n*-hexano – Preparada por adição de 1 ml de isopropanol Lichrosolv (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) em 99 ml de *n*-hexano Lichrosolv (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha).

#### **6.3.1.3 Procedimento técnico**

Volume injectado = 20 a 100 µl de amostra de forma a obter volumes dentro do intervalo de linearidade das duas curvas padrão

Fase móvel: 1% isopropanol em *n*-hexano com um fluxo de 1ml/min

Coluna: Sílica de fase normal ajustada a 20 °C

Detector: detector de fotodíodos ajustado a 206 nm

O tempo de corrida do método foi de 17 minutos.

#### **6.3.1.4 Cálculos**

Os teores de colesterol e de tocoferóis na carne são calculados com base numa técnica de padrão externo, a partir da área do pico da curva padrão *versus* concentração. A curva padrão foi obtida por análise de regressão usando sete concentrações diferentes de soluções padrão em triplicado (Prates *et al.*, 2006). O teor total de colesterol/tocoferóis, expresso em mg/g de carne para colesterol total e µg/g de carne para os tocoferóis.

Foram usadas duas curvas de calibração para o perfil dos tocoferóis (α-tocoferol e γ-tocoferol) e uma curva de calibração para o colesterol, respectivamente para as áreas dos picos a que foi feita a detecção.

Em todas as situações em que a nível dos tocoferóis a área dos picos correspondeu à co-eluição de um ou mais isómeros, utilizou-se a curva de calibração do isómero que existe em maior quantidade (gama-tocoferol).

Os cálculos do teor específico e do teor total tiveram sempre como base a massa ou o volume da amostra, bem como o teor de lípidos totais por g ou ml de amostra.

## **7. Caracterização do perfil de ácidos gordos e CLA**

### **7.1 Transesterificação combinada dos ácidos gordos totais e CLA**

#### **7.1.1 Equipamento**

- Agitador orbital;
- Seringa de vidro (Originafi Leber, Itália);
- Centrífuga Sigma modelo 6K10 (Laboratory Centrifuges GmbH, Melsunge Alemanha);
- Filtro de seringa hidrofóbico 0,45 µm (Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, CA, E.U.A.).

#### **7.1.2 Reagentes químicos e soluções**

- Água *Milli-Q* ou de qualidade reagente;
- Tolueno seco adicionado de 25mg/l de BHT (Sigma-Aldrich Ltd, St Louis, MO, E.U.A.);
- *n*-hexano (desidratado) – *n*-hexano Lichrosolv (*Merck* Biosciences, Darmstadt, Alemanha) adicionado de 25mg/l de BHT e desidratado com filtro molecular (BDH Laboratory Supplies, Poole, Inglaterra);
- Metóxido de sódio 0,5 M - Solução de NaOMe 0,5 mol/l em metanol anidro (*Sigma- Aldrich* Ltd, St Louis, MO, E.U.A.), manter em exsiccador;
- Ácido clorídrico/metanol 1/1 (v/v) - Mistura de HCl 37% e metanol p.a. 1/1 (v/v);
- Sulfato de sódio anidro - Sulfato de sódio anidro (*Merck* Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Padrão interno (PI) - FAME C19:0 20mg/ml em *n*-hexano.

### 7.1.3 Procedimento técnico

(Hidrólise sequencial alcalina e ácida, até 50 mg lípidos; evitar água: reagentes desidratados e tubos bem fechados com tampas de teflon).

1. Pesar 0,2500 g de carne liofilizada, dissolver o resíduo num tubo de 16 ml e juntar um ml de Tolueno seco;
2. Adicionar, ao tubo anterior 100 µl do FAME C19:0 (20 mg/ml em *n*-hexano) e agitar no vortex (1');;
3. Adicionar 3 ml de solução de metóxido de sódio 0,5 M e colocar na estufa a 50 °C durante 30 minutos; deixar arrefecer à temperatura ambiente;
4. Adicionar 2 ml HCl/metanol (1/1, v/v), agitar em vortex (10 s) e colocar novamente na estufa a 50 °C durante 10 minutos; deixar arrefecer à temperatura ambiente;
5. No fim da reacção adicionar 2 ml de água *Milli Q* e agitar (10s);
6. Adicionar 3 ml *n*-hexano, usar vortex (10 s) e centrifugar (2500 rpm - 1439 g, 5'), recolhendo os sobrenadantes;
7. A um novo tubo de 16 ml adicionar 0,5 g de sulfato de sódio anidro;
8. Recolher o sobrenadante para o tubo do ponto 7;
9. Repetir o ponto 6;
10. Agitar os tubos da extracção em vortex (10s);
11. Efectuar uma centrifugação rápida (2500 rpm - 1439 g, 5') e aspirar o solvente para tubo graduado;
12. Evaporar o solvente sob corrente de azoto à temperatura ambiente até obter um volume exacto de 2 ml;
13. Filtrar por filtro de seringa hidrofóbico 0,45 µm;
14. Dividir em duas alíquotas de 1 ml (1 vial para cromatografia gasosa Cromatografia Gasosa (GC) e 1 vial para HPLC).

#### **7.1.4 Equipamento para determinação dos isómeros CLA Ag + HPLC**

HP 1100 (Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, CA, E.U.A.).

Sistema de cromatografia de alta resolução (HPLC) equipado com injetor automático (Agilent, modelo G1313A), três colunas analíticas em série, impregnadas de iões prata (ChromoSpher 5 Lipids, 4,6 mm ID x 250 mm, 5 µm de tamanho da partícula, Chrompack, Bridgewater, NJ, E.U.A.), detector de fotodíodos (DAD) de ultra violeta e visível (Agilent, modelo G 13158), bomba quaternária (Agilent, modelo G1322A) e compartimento de coluna termostaticado com aquecimento (Agilent, modelo G1316A).

##### **7.1.4.1 Reagentes**

- Fase móvel: 0,1% acetronilo em *n*-hexano – Preparada por adição de 0,1 ml de acetronilo Lichrosolv (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha) em 99,9 ml de *n*-hexano Lichrosolv (Merck Biosciences, Darmstadt, Alemanha);
- Isómeros do CLA padrão: c9,t11; t10,c12; c9,c11; t9,t11 (Matreya Inc., Pleasant Gap, PA, E.U.A.).

##### **7.1.4.2 Procedimento técnico**

Os esteres metílicos de CLA foram separados e identificados por cromatografia em fase normal, de acordo com a técnica citada por Fristsche *et al.*, (2000 e 2001)

Volume injectado: 20 µl de amostra.

Coluna: três colunas analíticas em série, impregnadas de iões prata à pressão de 7400kPa.

Fase móvel: sistema isocrático constituído por 0,1% de acetonitrilo em *n*-hexano com um fluxo de 1 ml/min.

Detector: detector de fotodíodos (DAD) ajustado a um comprimento de onda de 233 nm.

A identificação dos isómeros CLA foi efectuada pela análise do cromatograma baseada na sequência fornecida pela literatura dos isómeros CLA. A quantificação foi fundamentada nos únicos quatro isómeros do CLA comercializados (padrões c9,t11; t10,c12; c9,c11; t9,t11).

#### 7.1.4.3 Cálculos

O sistema HPLC foi controlado e os dados registados e processados, por um software HP ChemStation IC-3D (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA). Os isómeros do CLA foram quantificados por um método de padrão externo. Foram obtidas quatro curvas de calibração da área dos picos a 233 nm *versus* concentrações de cada um dos quatro tipos de isómeros geométricos CLA padrão. Cada curva de calibração foi usada para os restantes isómeros posicionais CLA com configuração geométrica idêntica (*trans,trans*; *trans,cis*; *cis,trans* ou *cis,cis*).

O teor total de CLA, expresso em mg/g de músculo, foi calculado pela seguinte relação algébrica.

$$\text{Teor total CLA} = \text{Teor específico CLA} \times [(\text{LT} \times \text{Vres} \times 0,001) / m] \times \text{MS} \times 0,01$$

LT = lípidos totais, expresso em mg/g de carne

Vres = volume de resíduo orgânico, expresso em ml

MS = matéria seca, expressa em percentagem de matéria húmida

Teor específico CLA = teor de CLA expresso em mg/g de lípidos

m = massa da amostra expressa em grama

O teor específico de CLA é determinado pela expressão:

$$\text{Teor específico CLA} = [(A/a) \times \text{Vres}] / (\text{LT} \times 0,001) \times (\text{Vpad}/\text{Vinj})$$

A = área absoluta do pico com leitura a um comprimento de onda de absorção de 233 nm

a = declive da curva padrão

Vres = volume de resíduo orgânico, expresso em ml

LT = lípidos totais, expressos em mg/ml de volume de resíduo

Vpad = volume padrão injectado no HPCL, expresso em  $\mu\text{l}$

Vinj = volume da amostra injectado no HPCL, expresso em  $\mu\text{l}$

A quantificação dos isómeros de CLA de cada amostra foi também calculada em teores relativos e expressa em percentagem de CLA total. O teor relativo de CLA é calculado pela seguinte equação:

$$\text{Teor relativo CLA} = (A / A \text{ total}) * 100$$

Em que:

A= área absoluta do pico com leituras a um comprimento de onda de absorção de 233 nm.

A total = área absoluta total dos picos ao comprimento de onda de 233 nm

## **8. Determinação do perfil de ácidos gordos totais por GC – FID (cromatografia gasosa com detector de ionização de chama)**

### **8.1 Equipamento**

- HP 6890 série 11 (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, E.U.A.);
- Sistema de cromatografia gasosa de injeção manual, equipado com uma coluna capilar de sílica (Sp<sup>TM</sup> 2560; 100 m x 0,25 mm; 0,20 µm de tamanho e partícula, Supelco Inc., Bellefonte, PA, E.U.A.) e um detector de ionização de chama (FID).

### **8.2. Reagentes**

- Gás de arraste: Hélio comercial;
- Fase estacionária: coluna capilar de sílica da Supelco (USA) Omegawax 320 (0,32 µm dj. X 30 m);
- Mistura padrão de ácidos gordos (Nu-Chek-Prep Inc., Elysian, MN, E.U.A; Supelco Inc., Palo Alto, CA, E.U.A.).

### 8.3 Procedimento técnico

Os ésteres metílicos dos ácidos gordos foram separados e quantificados por cromatografia gasosa, de acordo com a técnica citada por Fristsche *et al.* (2000). A temperatura foi programada para uma subida de 4 °C/min entre 180 e 200 °C, mantida neste valor durante 10 min., aumentada de novo até 210 °C à velocidade de 4 °C/min e mantida neste último valor durante 14,5 min.

Volume injectado: 2 µl de amostra

Temperatura do detector: 250 °C

Temperatura do injector: 250 °C

Gás de arraste: Hélio com um fluxo de 1,0 ml/min e *split fatia* de 100:1

Os ácidos gordos esterificados foram identificados por comparação dos respectivos tempos de retenção com os dos padrões da Sigma e pelo uso e quadros ECL (comprimento equivalente da cadeia). As percentagens das áreas dos picos foram obtidas recorrendo à utilização do software da Varian e os valores foram expressos em percentagem do total da resposta não corrigida do detector. Os quadros de ECL descritas por Christie *et al.* (1989) permitiram a identificação de alguns ácidos gordos, usando o tempo de retenção (Tr) dos saturados com número par que os antecederam e precediam na seguinte fórmula para a determinação do valor ECL:

$$\text{ECL} = (2 (\log (I / n) / \log (n+2 / n))) + n\text{ECL}$$

I = Tr do ácido gordo desconhecido

N = Tr do saturado anterior

n+2 = Tr do saturado com mais dois átomos de carbono

nECL = nº de átomos de carbono do saturado anterior

Após a obtenção de um resultado, procedeu-se consulta da tabela de identificação ECL (Christie *et al.*, 1989) para localizar o ácido gordo mais próximo do valor obtido.



## 8.4 Cálculos

O teor total de cada ácido gordo, expresso em mg/g de lípidos, é calculado pela seguinte equação:

$$\text{Teor FAME toma de ensaio} = (A/A_{pi}) \times (p_{img}/m)$$

Sendo que:

A = Área absoluta do pico de leitura corresponde ao ácido gordo

A<sub>pi</sub> = Área absoluta do pico de leitura do padrão interno

p<sub>img</sub> = massa do padrão interno expressa em mg

m = massa de lípidos totais presentes na toma de ensaio expressa em g

## 9. Análise estatística

Os dados foram analisados recorrendo a uma análise de variância utilizando o modelo misto do *Statistical Analysis Software* (SAS, versão 9.1). A existência de diferenças entre os grupos em estudo foi avaliada recorrendo à construção de contrastes ortogonais de forma a comparar as carnes de cabrito entre si e as carnes de borrego entre si. Foram consideradas diferenças significativas sempre que o valor de *P* foi inferior a 0.05 entre borregos e entre cabritos.

### III Resultados e Discussão

#### 1. Teor de lípidos totais e de colesterol total

O teor de lípidos totais presente no músculo *longissimus lumborum* de borrego e cabrito (Tabela 8) revelam que o borrego Terrincho-DOP apresenta valores de lípidos totais e de colesterol total significativamente superiores aos teores registados para o borrego Assaf ( $P<0,001$ ). O cabrito TAM-IGP apresenta níveis de lípidos totais significativamente inferiores ( $P<0,05$ ) aos registados pelo cabrito Saanen, apresentando no entanto teores de colesterol total significativamente superiores aos apresentados pelo cabrito Saanen ( $P<0,001$ ). Em termos globais verifica-se que o Borrego Terrincho-DOP apresenta os valores mais elevados de lípidos totais e colesterol total de todas as carnes em análise.

Tendo em consideração que o teor de lípidos totais em carne de borrego e cabrito é, como em outras carnes, dependente do músculo (Marichal, Castro, Capote, Zamorano & Argüello, 2003; Salvatori *et al.*, 2004) e que o teor de colesterol varia de músculo para músculo de acordo com a composição das fibras que o constituem (Chizzolini, Zanardi, Dorigoni & Ghidini, 1999; Salvatori *et al.*, 2004), a comparação aqui efectuada com resultados obtidos por outros autores, tem por base o músculo usado neste estudo.

Tabela 8 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção sobre os teores de lípidos totais e colesterol total em carne de borrego (Assaf e Terrincho-DOP) e cabrito (Saanen e TAM-IGP)

	Sistema de produção				Contrastes	
	Intensivo		Extensivo			
	<i>Assaf</i>	<i>Sannen</i>	Terrincho-DOP	CTAM-IGP <sup>3</sup>	Bi/Bc	Ci/Cc
LT <sup>1</sup>	9,55±3,11	11,97±2,22	17,57±1,90	9,76±2,12	***	*
CT <sup>2</sup>	0,50±0,05	0,48±0,02	0,73±0,08	0,59±0,05	***	***

Significância, \*  $P<0,05$ ; \*\*\*  $P<0,001$ ; n=15 para todas as carnes em estudo

Bi/Bc – Borrego Intensivo/Borrego Certificado

Ci/Cc – Cabrito Intensivo/Cabrito Certificado

<sup>1</sup>(LT- Lípidos totais mg/g de carne; <sup>2</sup>(CT- Colesterol total mg/g de carne)

<sup>3</sup> CTAM-IGP = cabrito TAM-IGP

Os teores de lípidos totais nos cabritos *Saanen* e cabritos TAM-IGP (9,76 mg/g de carne) são intermédios aos valores registados para raças Ibéricas, para animais com peso idêntico (16,4 mg/g de carne em animais com peso vivo de 10 kg) (Marichal *et al.*, 2003) e para cabritos em amamentação com leite materno (11,9 mg/g de carne) ou leite de substituição (10,2 mg/g de carne) (Bañón, Vila, Price, Ferrandini & Garrido, 2006). No que respeita aos valores de colesterol total, os teores registados no estudo (0,48 e 0,59 mg/g de carne), são inferiores aos registados em animais das raças Granadino-Murciana (Bañón *et al.*, 2006) e Mestiço (Madruga, Arruda & Nascimento, 1999).

Os teores de lípidos totais em borregos *Assaf* (9,6 mg/g de carne) e Terrincho-DOP (17,6 mg/g de carne) são consideravelmente superiores aos valores registados em borregos cruzados (3,1-4 mg/g) (Díaz *et al.*, 2003; Salvatori *et al.*, 2004). Relativamente ao teor de colesterol total verifica-se que os valores registados pelo borrego *Assaf* (50 mg/g de carne) são inferiores aos valores do Terrincho-DOP, enquanto os valores do borrego Terrincho-DOP (73 mg/g de carne) são superiores aos dados disponíveis para a espécie (58-63 mg/g de carne) (Rowe, Macedo, Visentainer, Souza & Matsushita, 1999; Salvatori *et al.*, 2004).

Tendo em consideração que os valores de lípidos totais para todas as carnes em análise neste estudo, se encontram abaixo do limite dos 5%, podemos por isso integrar as carnes em estudo dentro da classe das carnes magras, em consonância com o previamente estabelecido pelo *Food Advisory Committee* (Committee, 1990). Relativamente ao colesterol, os dados deste estudo apresentam-se em consonância com a bibliografia, com excepção do teor de colesterol total do borrego Terrincho, que é superior ao registado noutros estudos. O maior teor de colesterol total do borrego Terrincho-DOP pode estar relacionado com a genética da própria raça, com a sua alimentação ou ainda com um menor nível de maturidade corporal ao abate, comparativamente com outras raças (Arsenos, Zygojannis, Kufidis, Katsaounis & Stamataris, 2000).

## 2. Vitamina E

O teor de vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol e o  $\gamma$ -tocoferol) presente na carne de borrego e cabrito em análise neste estudo (Tabela 9) revelaram que o borrego *Assaf* apresenta teores de  $\alpha$ -tocoferol significativamente superiores ( $P<0,01$ ) aos valores presentes na carne do borrego *Terrincho*, apresentando ainda teores mínimos de  $\gamma$ -tocoferol, que no borrego *Terrincho*-DOP se apresentavam abaixo do limite de detecção. No que respeita à carne de cabrito, o teor de  $\alpha$ -tocoferol não apresenta diferenças significativas entre as 2 carnes em estudo, enquanto que no  $\gamma$ -tocoferol, o cabrito TAM-IGP apresenta teores significativamente superiores ( $P<0,0001$ ) aos valores do cabrito *Saanen*.

Tabela 9 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção sobre os teores de  $\alpha$ -tocoferol e  $\gamma$ -tocoferol em carne de borrego (*Assaf* e *Terrincho*-DOP) e cabrito (*Saanen* e TAM-IGP)

	Sistema de produção				Contrastes	
	Intensivo		Extensivo			
	<i>Assaf</i>	Sannen	Terrincho-DOP	CTAM-IGP	Bi/Bc	Ci/Cc
$\alpha$ -TF <sup>1</sup>	3,97±1,37	4,23±1,05	2,63±1,73	3,73±0,79	**	n.s.
$\gamma$ -TF <sup>2</sup>	0,05±0,04	0,04±0,03	n.d.	0,12±0,07	--	***

Significância n.s.  $P>0,05$ ; \*  $P<0,05$ ; \*\*  $P<0,01$ ; \*\*\*  $P<0,001$ ; n.d. não determinado

<sup>1</sup>  $\alpha$ -tocoferol; <sup>2</sup>  $\gamma$ -tocoferol – ambos os homólogos expressos em  $\mu\text{g/g}$  de carne

Bi/Bc – Borrego Intensivo/Borrego Certificado; Ci/Cc – Cabrito Intensivo/Cabrito Certificado

Tendo em consideração que os mamíferos são incapazes de sintetizar a vitamina E, os seus teores nos tecidos são totalmente dependentes da dieta (Daza, Rey, Ruiz & Lopez-Bote, 2005; Jensen *et al.*, 1998). No caso em estudo, tanto borregos como cabritos encontravam-se em amamentação, com idade inferior a dois meses, pelo que os níveis de vitamina E na carne dependem do teor de vitamina E encontrado no leite materno (raças autóctones) ou no leite de substituição (raças exóticas), uma vez a ingestão de forragens ou concentrado é insignificante. Os resultados sugerem que o leite de substituição do borrego *Assaf* apresentava um teor de  $\alpha$ -tocoferol significativamente superior ao do leite materno do borrego *Terrincho*-DOP, enquanto

o leite de substituição do cabrito *Saanen* e o leite materno do cabrito TAM-IGP não pareciam apresentar diferenças significativas no teor de  $\alpha$ -tocoferol.

O tipo de carne em análise neste estudo, borregos e cabritos de leite, não representa um produto *standard* a nível mundial, no entanto, a comparação dos valores obtidos com os teores de  $\alpha$ -tocoferol registados para borregos mais velhos e mantidos em pastagem (2,15-2,50  $\mu\text{g/g}$  de carne) (Turner, McClure, Weiss, Borton & Foster, 2002), parece indicar níveis normais para o borrego. No que respeita ao cabrito, não foi possível realizar a comparação dos resultados obtidos neste estudo por inexistência de estudos similares publicados.

### 3. Ácidos gordos

Em termos globais, foram identificados 28 ácidos gordos, dos quais 10 pertencem à família dos ácidos gordos saturados (SFA), 6 pertencem à família dos ácidos gordos monoinsaturados (MUFA), 12 pertencem à família dos ácidos gordos poliinsaturados (PUFA) e 1 à família dos ácidos gordos *trans* (TFA). Foram ainda isolados vários isómeros do CLA, aqui apresentados em conjunto.

Das carnes em análise, a carne de borrego *Assaf* é a que apresenta a maior riqueza no perfil de ácidos gordos, enquanto o borrego *Terrincho* apresenta um perfil de ácidos gordos mais reduzido, devido à ausência dos ácidos gordos:  $\gamma$ -Linolénico, Eicosanóico, Eicosadienóico, Eicosatrienóico, Beénico, Docosatetraenóico, Docosapentaenóico, Docosaheptaenóico. A comparação da carne de borrego *Assaf* com a do borrego *Terrincho*, permite verificar que o efeito combinado da genética e do sistema de produção influencia significativamente a percentagem relativa de todos os ácidos gordos, com excepção dos ácidos Esteárico, Araquídico, Oleico e Transvacénico (Tabela 10).

Das duas carnes de cabrito em análise no estudo, observa-se que a carne de cabrito *Saanen* apresenta um perfil de ácidos gordos mais rico do que o cabrito TAM-IGP, uma vez que este último não apresenta os ácidos Eicosadienóico, Docosatetraenóico, Beénico, Eicosatrienóico. A comparação da carne de cabrito *Saanen* com o cabrito TAM-IGP permite-nos constatar que, com a excepção do ácido Palmitoleico, o efeito conjunto da genética e do sistema de exploração influenciaram significativamente ( $P < 0,01$ ) os teores dos ácidos gordos.

Na família dos SFA encontramos os ácidos gordos: C10:0 (ácido Cáprico), C12:0 (ácido Láurico), C14:0 (ácido Mirístico), C16:0 (ácido Palmítico), C18:0 (ácido Esteárico), C20:0 (ácido Araquídico), C22:0 (ácido Beénico) e os ácidos gordos saturados com um número de carbonos ímpar: C15:0 (ácido Pentadecanóico), C17:0 (ácido Margárico) e o C23:0 (ácido Tricosanóico). A família dos ácidos Gordos Monoinsaturados (MUFA) é composta por seis elementos: o C14:1c9 (ácido Miristoleico); o C16:1c7 (ácido Hexadecenóico); o C16:1c9 (ácido Palmitoleico); o C17:1c9 (ácido Heptadecenóico); o C18:1,c9 (ácido Oleico); o C20:1c11 (ácido Eicosanóico). A família dos Ácidos Gordos Poliinsaturados (PUFA) é constituída por onze elementos: o C18:2n-6 (ácido Linoleico); o C18:3n-6 (ácido  $\gamma$ -Linolénico); o C18:3n-3 (ácido Linolénico); o C22:6n-3 (ácido Docosahexaenóico); o C20:3n-9 (ácido Eicosatrienóico); o C20:3n-6 (ácido Dihomo- $\gamma$ -linolénico); o C20:4n-6 (ácido Araquidónico); o C20:5n-3 (ácido Eicosapentaenóico); o C22:4n-6 (ácido Docosatetraenoico); o C22:5n-3 (ácido Docosapentaenóico); o C20:2n-6 (ácido Eicosadienóico).

Tabela 10 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção sobre o perfil de ácidos gordos em carne de borrego (Assaf e Terrincho-DOP) e cabrito (Saanen e TAM-IGP)

Ácidos gordos	Sistemas de produção				Contrastes	
	Intensivo		Extensivo			
	Assaf	Sannen	Terrincho-DOP	CTAM-IGP	Bi/Bc	Ci/Cc
10:0 –Cáprico	0,19±0,12	0,34±0,08	0,13±0,05	0,06±0,02	*	***
12:0 – Láurico	0,21±0,07	0,34±0,07	0,46±0,22	0,16±0,07	***	***
14:0 - Mirístico	2,32±0,64	3,58±0,43	4,88±1,42	1,74±0,79	***	***
14:1c9 - Miristoleico	0,07±0,02	0,16±0,03	0,16±0,08	0,06±0,03	***	***
15:0 -Pentadecanóico	0,16±0,04	0,21±0,02	0,51±0,11	0,32±0,06	***	***
16:0 – Palmítico	14,95±1,71	21,05±1,07	19,65±2,18	17,62±1,41	***	***
16:1c7 - Hexadecenóico	n.d.	n.d.	0,42±0,08	0,34±0,06	--	--
16:1c9 - Palmitoleico	0,59±0,16	0,76±0,25	1,06±0,42	0,91±0,25	***	n.s.
17:0 - Margárico	0,52±0,06	0,35±0,06	0,95±0,06	0,86±0,23	***	***
17:1c9 – Heptadecenóico	0,42±0,09	0,27±0,06	0,49±0,05	0,41±0,16	*	**
18:0 - Esteárico	15,54±0,86	15,39±1,05	15,83±1,78	17,37±1,14	n.s.	***
18:1t – Transvacénico <sup>1</sup>	2,68±0,56	1,30±0,65	2,67±0,34	1,99±0,46	n.s.	**
18:1c - Oleico <sup>2</sup>	37,34±4,49	43,62±3,19	36,93±2,97	25,64±4,15	n.s.	***
18:2n-6 - Linoleico	4,99±1,03	4,43±0,99	7,06±0,78	12,98±3,36	***	***
20:0 - Araquídico	0,16±0,02	0,11±0,02	0,24±0,05	0,28±0,06	n.s.	***
18:3n-6 - $\gamma$ -Linolénico	0,08±0,02	0,06±0,02	n.d.	0,09±0,02	--	**
20:1c11 - Eicosanóico	0,10±0,02	0,09±0,02	n.d.	0,21±0,05	--	***
18:3n-3 - Linolénico	0,55±0,11	0,42±0,11	2,13±0,54	1,90±0,84	***	***
CLA	0,62±0,12	0,27±0,08	0,27±0,09	0,50±0,22	***	**
20:2n-6 - Eicosadienóico	0,08±0,03	0,04±0,01	n.d.	n.d.	--	--
20:3n-9 - Eicosatrienóico	1,28±0,48	0,97±0,24	n.d	n.d	--	--
22:0 - Beénico	0,06±0,02	0,03±0,01	n.d	n.d	--	--
20:3n-6-Dihomo- $\gamma$ -linolénico	0,37±0,11	0,25±0,07	0,27±0,04	0,84±0,29	**	***
20:4n-6 - Araquidónico	6,69±1,98	3,57±1,03	2,91±0,51	7,99±2,97	***	***
23:0 - Tricosanóico	0,40±0,14	n.d	0,29±0,10	n.d.	**	--
20:5n-3-Eicosapentaenóico	0,71±0,27	0,68±0,28	1,41±0,37	2,96±0,82	***	***
22:4n-6-Docosatetraenoico	0,10±0,04	0,08±0,03	n.d.	n.d	***	--
22:5n-3Docosapentaenóico	1,23±0,37	0,99±0,29	n.d	3,68±0,70	***	--
22:6n-3-Docosahexaenóico	0,37±0,11	0,39±0,14	n.d	1,12±0,22	***	--

Significância n.s.  $P>0,05$ ; \*  $P<0,05$ ; \*\*  $P<0,01$ ; \*\*\*  $P<0,001$ ; n.d. não determinado<sup>1</sup> Inclui o 18:1,c9, isómero cis mais representativo, e ainda os isómeros C18:1,c11, C18:1,c12<sup>2</sup> Inclui o C18:1,t11, o isómero mais representativo, e ainda C18:1,t9, C18:1,t12, C18:1,t13

Bi/Bc – Borrego Intensivo/Borrego Certificado; Ci/Cc – Cabrito Intensivo/Cabrito Certificado

Ácidos gordos expressos em mg/g de lípidos

Na carne de borrego e cabrito destacam-se dentro da família SFA os ácidos gordos Palmítico e Esteárico, representando em conjunto 30,5-35,5% do total de ácidos gordos nos borregos e 35-36,5% do total de ácidos gordos nos cabritos. O Ácido Oleico é o mais representativo da família MUFA, sendo responsável por 36,9-37,3% do total de ácidos gordos nos borregos e 25,6-43,6% do total de ácidos gordos nos cabritos. Enquanto, os ácidos Linoleico e Araquidónico são os mais representativos dentro da família PUFA, representando em conjunto 10-11,7% do total dos ácidos gordos nos borregos e 8-21% do total dos ácidos gordos nos cabritos. A predominância dos ácidos gordos observada neste estudo é concordante com estudos realizados, independentemente de receberem leite materno ou leite de substituição (Bañón *et al.*, 2006; Lanza *et al.*, 2006; Santos-Silva, Bessa & Santos-Silva, 2002). As diferenças significativas observadas nas percentagens relativas dos ácidos gordos, resultantes do efeito combinado da genética e do sistema de produção, observadas entre as carnes de borrego e também entre as carnes de cabrito são semelhantes às observadas noutros estudos em que se pretende avaliar o efeito do leite (materno *versus* substituição) sobre o perfil de ácidos gordos (Bañón *et al.*, 2006; Lanza *et al.*, 2006; Todaro *et al.*, 2006).

No que respeita ao teor em ácidos gordos *trans* (*trans*-Vacénico), não se observaram diferenças significativas entre as duas carnes de borrego em análise, é importante referir que apesar de fazer parte das gorduras *trans*, o ácido *trans*-Vacénico não está correlacionado com as nefastas consequências cardiovasculares a que estão associadas as gorduras *trans* de origem industrial (Willett *et al.*, 1993).

A comparação do perfil de ácidos gordos de borrego e cabrito com animais da mesma espécie, de idade mais avançada, permite constatar que as carnes em análise neste estudo apresentam um menor grau de saturação, com uma maior percentagem relativa de PUFA (Nuernberg *et al.*, 2005; Webb, Casey & Simela, 2005). A diferença observada no perfil de ácidos gordos entre animais da mesma espécie, mas com diferentes idades, parece estar dependente do facto dos borregos e cabritos jovens serem funcionalmente monogástricos (Napolitano *et al.*, 2002), situação que resulta da passagem do leite directamente do esófago para o abomaso, através da goteira esofágica. Com o avanço da idade estes animais vão adquirindo as funcionalidades do ruminante o que condiciona uma superior biohidrogenação dos ácidos gordos provenientes da dieta.



#### 4. CLA (Ácido Linoleico Conjugado)

O perfil isomérico de CLA é representado por 14 diferentes isómeros, metade da família *trans,trans* e outra metade da família *cis,trans* (Tabela 11). O ácido Ruménico, principal constituinte do CLA, não sofreu variações significativas em resultado do efeito conjugado da genética e sistema de produção, apresentando por isso valores semelhantes entre borregos (80,2-81,9%) e entre cabritos (78,2-78,6%). Contudo, os somatórios dos teores relativos da família *trans,trans* e da família *cis,trans* são significativamente influenciados pelo efeito conjunto da genética e do sistema de produção, com os animais certificados a apresentarem somatórios relativos CLA*trans,trans* mais elevados e somatórios CLA*cis,trans* mais baixos que os animais produzidos em sistema intensivo.

Os teores de ácido Ruménico (CLA*cis-9,trans-11*) não apresentam diferenças significativas entre cabritos nem entre borregos, evidenciando que a produção de CLA nestes não foi significativamente influenciada pelo efeito conjunto da genética e do sistema de produção. Tal observação é concordante com o facto da principal via de síntese do ácido Ruménico ser endógena, a partir do ácido *trans*Vacénico sob a acção do enzima  $\Delta^9$ -desaturase e não só ruminal como anteriormente se pensava (Griinari *et al.*, 2000; Palmquist, 2001), embora os animais em pastoreio apresentem níveis mais elevados de ácido ruménico do que os animais alimentados à base de concentrado (Nuernberg, 2002).

Tabela 11 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção sobre o perfil isomérico de CLA em carne de borrego (*Assaf* e *Terrincho-DOP*) e cabrito (*Saanen* e *TAM-IGP*)

	Sistemas de produção				Contraste	
	Intensivo		Extensivo			
	<i>Assaf</i>	Sannen	Terrincho-DOP	Bravia	Bi/Bc	Ci/Cc
<b>t12,t14</b>	0,41±0,15	0,54±0,22	1,35±0,30	0,82±0,77	***	*
<b>t11,t13</b>	0,19±0,09	0,45±0,34	1,91±0,37	0,71±0,48	***	**
<b>t10,t12</b>	0,73±0,30	0,79±0,37	0,74±0,44	1,16±0,78	n.s.	*
<b>t9,t11</b>	0,47±0,21	0,67±0,29	1,73±0,93	1,61±0,88	***	***
<b>t8,t10</b>	2,44±0,77	2,27±0,71	0,26±0,10	4,94±1,24	***	***
<b>t7,t9</b>	0,32±0,15	0,40±0,21	0,81±0,70	1,56±0,84	n.s.	***
<b>t6,t8</b>	0,61±0,30	0,93±0,34	0,70±0,26	1,16±0,40	n.s.	*
<b>t,t total</b>	5,2±1,8	6,1±2,2	7,5±1,3	12,0±3,9	**	***
<b>c/t12,14</b>	0,34±0,29	0,60±0,30	0,62±0,35	0,66±0,63	n.s.	n.s.
<b>t11,c13</b>	0,96±0,59	0,50±0,20	3,17±0,86	0,42±0,27	***	n.s.
<b>c11,t13</b>	0,90±0,42	0,50±0,16	0,30±0,23	1,70±0,57	***	***
<b>t10,c12</b>	1,43±0,99	1,44±0,73	0,37±0,11	1,12±0,92	**	n.s.
<b>c9,t11</b>	81,9±22,1	78,2±4,9	80,2±1,9	78,6±7,5	n.s.	n.s.
<b>t8,c10</b>	8,65±2,88	12,23±2,81	6,23±2,06	2,81±1,34	**	***
<b>t7,c9</b>	0,70±1,03	0,49±0,18	1,60±0,75	2,76±3,32	*	**
<b>c/t total</b>	94,8±25,4	94,0±2,2	92,5±1,3	88,1±3,9	**	***

Significância n.s.  $P>0,05$ ; \*  $P<0,05$ ; \*\*  $P<0,01$ ; \*\*\*  $P<0,001$ 

Bi/Bc – Borrego Intensivo/Borrego Certificado; Ci/Cc – Cabrito Intensivo/Cabrito Certificado

Isômeros expressos em % do CLA total

Em bovinos verificou-se que a ingestão de pastagem verde estava significativamente associada a uma percentagem relativa mais elevada dos isômeros: CLA *trans*-12,*trans*-14; CLA *trans*-11,*trans*-13; CLA *trans*-8,*cis*-10; e CLA *trans*-11,*cis*-13, enquanto o consumo de alimentos concentrados predisponha a um aumento dos isômeros: CLA *cis*-9,*trans*-11; e CLA *trans*-7,*cis*-9 (Dannenberger *et al.*, 2005; Nuernberg, 2002). O que permitiu grosso modo estabelecer uma comparação com os pequenos ruminantes. Contudo, os dados anteriormente referidos a este propósito, obtidos em bovinos, não se encaixam na perfeição nos nossos resultados.

Assim, os isómeros CLA *trans*-12,*trans*-14 e CLA *trans*-11,*trans*-13 indicam que tanto o borrego Terrincho-DOP como o cabrito TAM-IGP tinham tido uma maior ingestão de pastagem (directa ou indirecta, através do leite materno). Em oposição a estes resultados, o isómero CLA *trans*-8,*cis*-10, também indicador de consumo de pastagem, indicia que tanto o borrego Terrincho-DOP como o cabrito TAM-IGP ingeriram directa ou indirectamente alimentos concentrados. A ambivalência dos resultados anteriormente descritos, sugerem que estes animais receberam os isómeros CLA *trans*-12,*trans*-14, e CLA *trans*-11,*trans*-13 do leite materno, resultando o CLA *trans*-8,*cis*-10 da acção ruminal.

## 5. Valor nutricional

No que respeita ao valor nutricional das carnes em estudo, verifica-se que existem mais diferenças entre as carnes de cabrito do que as observadas entre as carnes de borrego. Da análise comparativa efectuada às duas carnes de cabrito verifica-se que todos os somatórios parciais e rácios reflectiram diferenças extremamente significativas ( $P < 0,001$ ), enquanto que na comparação efectuada às duas carnes de borrego, não se observaram diferenças significativas no  $\Sigma$ MUFA,  $\Sigma$ TFA, CLA e também no rácio PUFA/SFA (Tabela 12).

A carne de borrego *Assaf* apresenta teores totais de SFA significativamente inferiores aos do borrego Terrincho-DOP ( $P < 0,001$ ), que por sua vez, apresenta valores totais de MUFA significativamente inferiores ao borrego *Assaf* ( $P < 0,001$ ). Relativamente à composição dos PUFA, observa-se que as carnes de borrego apresentam diferenças muito significativas no que respeita aos teores totais de ácidos gordos das famílias n-3 e n-6, com o borrego Terrincho-DOP a apresentar níveis superiores de n-3 ( $P < 0,01$ ) e inferiores de n-6 ( $P < 0,001$ ). O borrego *Assaf* apresenta ainda uma significativa superioridade no que se refere aos teores totais de ácidos gordos hipo-colesterolémicos e uma significativa inferioridade no que respeita aos teores totais de ácidos gordos hiper-colesterolémicos.

Tabela 12 – Efeito combinado da raça e do sistema de produção (intensivo *versus* extensivo) sobre os somatórios parciais e índices nutricionais da carne de borrego (*Assaf* e *Terrincho-DOP*) e cabrito (*Saanen* e *TAM-IGP*)

	Sistemas de produção				Contrastes	
	Intensivo		Extensivo			
	<i>Assaf</i>	<i>Sannen</i>	Terrincho-DOP	TAM-IGP	Bi/Bc	Ci/Cc
$\Sigma$ SFA <sup>1</sup>	34,53±2,37	41,14±1,62	42,94±2,72	38,03±2,74	***	***
$\Sigma$ MUFA <sup>2</sup>	38,52±4,53	44,90±3,32	38,64±2,66	26,96±4,37	n.s.	***
$\Sigma$ PUFA <sup>3</sup>	23,64±5,96	12,39±2,78	13,79±1,41	31,25±6,92	***	***
$\Sigma$ n-6 <sup>4</sup>	19,50±5,07	8,96±2,00	10,255±1,21	21,68±6,55	***	***
$\Sigma$ n-3 <sup>5</sup>	2,86±0,77	2,46±0,76	3,54±0,86	9,56±2,23	**	***
CLA	1,17±0,24	0,51±0,18	1,34±0,26	0,49±0,22	n.s.	n.s.
$\Sigma$ TFA <sup>6</sup>	2,68±0,56	1,30±0,65	2,67±0,34	1,97±0,46	n.s.	*
h/H <sup>7</sup>	3,57±0,69	2,27±0,19	2,08±0,35	0,34±0,06	***	***
PUFA/SFA <sup>8</sup>	0,70±0,23	0,30±0,07	0,32±0,04	0,84±0,24	n.s.	***
n-6/n-3 <sup>9</sup>	6,91±1,17	3,74±0,57	3,16±1,45	2,37±0,89	***	***

Significância n.s. P>0,05; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P< 0,001

Bi/Bc – Borrego Intensivo/Borrego Certificado; Ci/Cc – Cabrito Intensivo/Cabrito Certificado

<sup>1</sup> $\Sigma$  SFA = somatório de C10:0, C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C22:0, C23:0

<sup>2</sup> $\Sigma$  MUFA = somatório de C14:1c9, C16:1c7, C16:1c9, C17:1c9, C18:1c9-12, C20:1c11

<sup>3</sup> $\Sigma$  PUFA = C18:2n-6, C18:3n-6, C20:2n-6, C20:3n-6, C20:4n-6, C22:4n-6, C18:3n-3, C20:5n-3, C22:5n-3

<sup>4</sup> $\Sigma$  n-6 = somatório de C18:2n-6, C18:3n-6, C20:2n-6, C20:3n-6, C20:4n-6, C22:4n-6

<sup>5</sup> $\Sigma$  n-3 = somatório de C18:3n-3, C20:5n-3, C22:5n-3, C22:6n-3

<sup>6</sup> $\Sigma$  TFA = C18:1t;

<sup>7</sup>h/H = (somatório de C16:1c9, C18:1c9-12,  $\Sigma$  PUFA) / (somatório de C14:0, C16:0)

<sup>8</sup>PUFA/SFA =  $\Sigma$  PUFA /  $\Sigma$  SFA

<sup>9</sup>n-6/n-3 =  $\Sigma$  n-6 /  $\Sigma$  n-3

Somatórios parciais dos ácidos gordos expressos em mg/g de lípidos

Da análise dos somatórios parciais verifica-se que a carne do borrego *Assaf*, proveniente do sistema de produção intensivo, apresenta comparativamente com a carne do borrego *Terrincho-DOP* um teor mais baixo de SFA, teor similar de MUFA e teor mais elevado de PUFA, o que ocorre exclusivamente devido a um maior teor de PUFAs da família n-6. A carne do borrego *Assaf* apresenta ainda teores semelhantes de CLA e de TFA. Apresentando um rácio h/H e PUFA/ SFA mais favorável que o borrego *Terrincho-DOP*, mas com o rácio n6/n3 menos favorável.

Relativamente à carne de cabrito, a análise permitiu verificar que a carne de Cabrito *Saanen*, proveniente de sistemas de produção intensivos, apresenta comparativamente com a carne de cabrito TAM-IGP, teores significativamente mais elevados de SFA e MUFA, apresentando no entanto valores de PUFA significativamente inferiores aos observados no cabrito TAM-IGP, o que está associado a valores significativamente inferiores de PUFA de ambas as famílias (n-6 e n-3). O cabrito *Saanen* apresenta ainda teores de CLA similares aos encontrados no cabrito TAM-IGP e teores de TFA significativamente inferiores. No que respeita aos rácios nutricionais, o cabrito TAM-IGP apresenta valores menos favoráveis para o rácio h/H, apresentando no entanto os rácios PUFA/SFA e n-6/n-3 em consonância com as recomendações das organizações de saúde internacionais (PUFA/SFA > 0,4; n-6/n-3 <4), enquanto no cabrito *Saanen* apenas o rácio PUFA/SFA se enquadra dentro das recomendações internacionais.

Os teores totais de SFA determinados em carne de borrego neste estudo são semelhantes aos encontrados para borregos em amamentação, independentemente destes serem alimentados com leite materno ou leite de substituição (Lanza *et al.*, 2006), mas são consideravelmente inferiores aos valores encontrados nos borregos de engorda (pastagem ou concentrado) (Rowe *et al.*, 1999). Os teores de totais de MUFA registados em carne de borrego neste estudo são ligeiramente superiores aos observados em borregos em aleitamento, e aos registados nos borregos em engorda no pastoreio, mas ligeiramente inferiores aos observados nos borregos em engorda à base de concentrado (Lanza *et al.*, 2006; Rowe *et al.*, 1999).

Os teores totais de PUFA registados neste estudo para a carne de borrego são inferiores aos observados para borregos em aleitamento (Lanza *et al.*, 2006), mas superiores aos registados para os borregos em engorda (Rowe *et al.*, 1999).

No que reporta à carne de cabrito, verificou-se que a carne dos cabritos em análise neste estudo apresentava teores totais de SFA significativamente inferiores aos observados para carne de cabra de raça Boer e outras raças nativas da África do Sul (Webb *et al.*, 2005), e também para cabritos em aleitamento (Bañón *et al.*, 2006). Relativamente aos teores totais de MUFA e PUFA determinados neste estudo, verificou-se que o teor de MUFA era consideravelmente inferior ao reportado para animais adultos da espécie, enquanto os teores de PUFA eram consideravelmente

mais elevados do que os reportados para animais adultos da espécie (Webb *et al.*, 2005).

Os resultados deste estudo revelaram que tanto os borregos como os cabritos em análise, apresentavam um perfil diferenciado do perfil padrão observado na carne de ruminante adulto, tal discrepância resulta do facto do seu trato gastrointestinal se apresentar em termos funcionais entre os monogástricos e os poligástricos, tal situação decorre, pela acção da goteira esofágica, que direcciona a maioria do leite ingerido para o abomaso, sem fermentação, o que permite uma correspondência directa entre o perfil de ácidos gordos ingerido e o perfil do produto final.

Podemos concluir que as quatro carnes em análise apresentam um perfil de ácidos gordos distinto do registado pelos animais adultos da mesma espécie, que se caracteriza por teores mais baixos de SFA e MUFA e teores mais altos de PUFA, o que em termos nutricionais é benéfico para a nutrição humana

#### **IV CONCLUSÃO GLOBAL**

A precocidade do abate destes animais condiciona fortemente a composição da fracção lípida, colocando-o entre o perfil lípido encontrado nos ruminantes e monogástricos, resultado do subdesenvolvimento dos seus compartimentos gástricos. Tal singularidade levantou consideráveis dificuldades no momento em que se impunha a sua comparação com outros estudos.

Na análise comparativa da carne de borrego verificou-se que:

- 1) Nenhuma das carnes de borrego correspondia ao perfil lípido estabelecido pelas Organizações Internacionais de Saúde;
- 2) O teor de lípidos totais enquadra ambas as carnes dentro da classe de carnes magras;
- 3) O borrego Terrincho-DOP apresenta níveis de lípidos totais e de colesterol total significativamente superiores aos observados no borrego Assaf;
- 4) Na protecção antioxidante, o borrego de raça exótica criado em sistema de produção intensivo parece apresentar vantagens comparativamente ao borrego Terrincho-DOP, por combinar o efeito antioxidante do  $\alpha$ -tocoferol e  $\gamma$ -tocoferol, apresentando teores de  $\alpha$ -tocoferol significativamente superiores e pela ausência verificada do  $\gamma$ -tocoferol da carne de Terrincho-DOP;

- 5) No que respeita ao perfil isomérico de CLA, o borrego Terrincho-DOP, apresenta teores percentuais de CLA *cis*-9, *trans*-11 semelhantes, superior percentagem da família *trans,trans* e percentagem inferior da família *cis,trans*, sem se observarem significativas diferenças no teor de CLA total;
- 6) Da análise dos somatórios parciais e rácios nutricionais verifica-se que o borrego Terrincho-DOP apresenta teores totais de SFA superiores e teores totais de PUFA inferiores aos do borrego Assaf o que lhe confere um rácio PUFA/SFA (0,32) abaixo dos valores considerados adequados a uma nutrição saudável;
- 7) No entanto, verifica-se que o rácio n-6/n-3 (3,16) se encontra abaixo de 4, tal como é recomendado pelas Organizações Internacionais de Saúde, enquanto o borrego Assaf apresenta um rácio n-6/n-3 significativamente superior, saindo fora dos níveis internacionalmente recomendados.

Da comparação realizada ao perfil lípidico da carne de cabrito, pode-se concluir que o efeito combinado da raça com o sistema de produção resultou em:

- 1) O teor de lípidos totais permite englobar ambas as carnes dentro da classe das carnes magras, embora o cabrito TAM\_IGP apresente valores de lípidos totais significativamente inferiores aos observados para o cabrito *Saanen*, apesar de apresentar teores de colesterol total muitíssimo superiores aos observados no cabrito *Saanen*;
- 2) No que respeita ao nível de protecção antioxidante observaram-se níveis muito semelhantes de vitamina E, embora o cabrito TAM-IGP apresente níveis mais elevados de  $\gamma$ -tocoferol significativamente superiores aos registados para o *Saanen*;
- 3) O perfil isomérico de CLA do cabrito TAM-IGP apresenta-se com o dobro da percentagem relativa da família *trans,trans*, teores relativos de ácido ruménico semelhantes mas, com uma percentagem do *trans*-8,*cis*-10 muito inferior ao cabrito *Saanen* o que contribui significativamente para diminuir a percentagem da família *cis,trans*;
- 4) Da análise dos somatórios parciais constata-se que o cabrito TAM\_IGP apresenta, níveis de SFA e MUFA significativamente inferiores aos do

*Saanen*, apresentando no entanto teores de PUFA extremamente superiores ao *Saanen*, para o qual contribuíram as famílias n-6 e n-3.

- 5) No que respeita aos rácios nutricionais observou-se que o cabrito TAM\_IGP se encontrava em total consonância com as orientações das Organizações Internacionais de Saúde, que recomendam rácios PUFA/SFA  $> 0,4$  e n-6/n-3  $< 4$ , apresentando no entanto o rácio dos ácidos gordos hipo/hipercolesterolémicos menos favorável do que o cabrito;
- 6) Pode-se por isso dizer que o cabrito TAM-IGP apresenta um perfil lípidico mais favorável devido à conjugação de diferentes benefícios nutricionais.

Relativamente à carne de borrego, pode-se concluir que nenhuma das duas carnes em análise apresenta um perfil lípidico em total concordância com as recomendações internacionais, pois enquanto o borrego *Assaf* apresenta um rácio PUFA/SFA em conformidade com as recomendações nutricionais, apresenta um rácio n-6/n-3, acima do recomendado. Por outro lado o borrego Terrincho-DOP apresenta um rácio PUFA/SFA em discordância com as recomendações nutricionais e um rácio n-6/n-3 em conformidade com as recomendações.

No que respeita à carne de cabrito, o cabrito das Terras Altas do Minho-IGP apresenta um perfil lípidico mais favorável à nutrição humana do que o cabrito *Saanen*, proveniente dos sistemas de produção intensiva, caracterizado por um teor mais baixo de lípidos totais, um teor de vitamina E mais favorável e um perfil de ácidos gordos com um teor inferior de SFA e MUFA e um teor superior de PUFA, o que proporcionou uma carne mais equilibrada em termos nutricionais e em conformidade com as recomendações internacionais no que respeita aos rácios PUFA/SFA ( $>0,4$ ) e n-6/n-3 ( $<4$ ).



## V BIBLIOGRAFIA

- Adams, P. B., Lawson, S., Sanigorski, A. & Sinclair, A. J. (1996). Arachidonic acid to eicosapentaenoic acid ratio in blood correlates positively with clinical symptoms of depression. *Lipids*, 31 Suppl, S157-161.
- Aiello, L. C. & Wheeler, P. (1995). The expensive tissue hypothesis. *Curr Anthropol*, 36, 199-332.
- Alasnier, C., Rémignon, H. & Gandemer, G. (1996). Lipid characteristics associated with oxidative and glycolytic fibres in rabbit muscles. *Meat Science*, 43(3-4), 213-224.
- Alfaia, C. M. M., Ribeiro, V. S. S., Lourenço, M. R. A., Quaresma, M. A. G., Martins, S. I. V., Portugal, A. P. V., Fontes, C. M. G. A., Bessa, R. J. B., Castro, M. L. F. & Prates, J. A. M. (2006). Fatty acid composition, conjugated linoleic acid isomers and cholesterol in beef from crossbred bullocks intensively produced and from Alentejana purebred bullocks reared according to Carnalentejana-PDO specifications. *Meat Science*, 72(3), 425-436.
- Arnold, R. N., Arp, S. C., Scheller, K. K., Williams, S. N. & Schaefer, D. M. (1993). Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. *Journal of animal science*, 71(1), 105-118.
- Arsenos, G., Zygojannis, D., Kufidis, D., Katsaounis, N. & Stamataris, C. (2000). The effect of breed slaughter weight and nutritional management on cholesterol content of lamb carcasses. *Small Rumin Res*, 36(3), 275-283.
- Ashmore, C. R., Tompkins, G. & Doerr, L. (1972). Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. *J Anim Sci*, 34(1), 37-41.
- Bañón, S., Vila, R., Price, A., Ferrandini, E. & Garrido, M. D. (2006). Effects of goat milk or milk replacer diet on meat quality and fat composition of suckling goat kids. *Meat Science*, 72(2), 216-221.
- Beard, J. L., Dawson, H. & Pinero, D. J. (1996). Iron metabolism: a comprehensive review. *Nutrition Reviews*, 54(10), 295-317.
- Belury, M. A. (2002). DIETARY CONJUGATED LINOLEIC ACID IN HEALTH: Physiological Effects and Mechanisms of Action. *Annual Review of Nutrition*, 22(1), 505-531.
- Benito, E., Stiggelbout, A. Bosch, F. X. Obrador, A. Kaldor, J. Mulet, M. Muñoz, N. (1991). Nutritional factors in colorectal cancer risk: A case-control study in majorca. *International Journal of Cancer*, 49(2), 161-167.
- Biesalski, H. K. (2005). Meat as a component of a healthy diet - are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70(3), 509-524.

- Block, G., Norkus, E., Hudes, M., Mandel, S. & Helzlsouer, K. (2001). Which Plasma Antioxidants Are Most Related to Fruit and Vegetable Consumption? *Am. J. Epidemiol.*, 154(12), 1113-1118.
- Boichard, D., Bouloc, N., Ricordeau, G., Piacere, A., Barillet, F., (1989). Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. *Genet. Sel. Evol.* 21, 205-215.
- Broadhurst, C. L., Cunnane, S. C. & Crawford, M. A. (1998). Rift Valley lake fish and shellfish provided brain-specific nutrition for early Homo. *British Journal of Nutrition*, 79, 3-21.
- Browning, M. A., Huffman, D. L., Egbert, W. R. & Jungst, S. B. (1990). Physical and Compositional Characteristics of Beef Carcasses Selected for Leanness. *Journal of Food Science*, 55(1), 9-14.
- Buckley, D. J., Morrissey, P. A. & Gray, J. L. (1995). Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *Journal of Animal Science*, 73, 3122-3130.
- Burton, M., Dorsett, R. & Young, T. (1996). Changing preferences for meat: evidence from UK household data 1973-93. *European Review of Agricultural Economics* 23(3), 357-370.
- Calder, P. C. (2001). N-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation and immunity: pouring oil on troubled waters or another fishy tale? *Nutrition Research*, 21(1-2), 309-341.
- Calder, P. C. (2007). Immunomodulation by omega-3 fatty acids. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 77(5-6), 327-335.
- Chamberlain, J. G. (1996). The possible role of long-chain, omega-3 fatty acids in human brain phylogeny. *Perspectives in Biology and Medicine*, 39(3), 436-445.
- Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V. & Ghidini, S. (1999). Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 10(4-5), 119-128.
- Combs, G. F. & Clark, L. C. (1985). Can dietary selenium modify cancer risk? *Nutrition Reviews*, 43, 325-331.
- Committee, F. A. (1990). *Report on Review of Food Labelling and Advertising*. Londono. Document Number)
- Cordain, L., Eaton, S. B., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B. A., (2005). Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *Am. J. Clin. Nutr.*, 81(2), 341-354.

- Council, N. R. (1996). *Carcinogens and anticarcinogens in the human diet*. Washington DCo. Document Number)
- Crawford, M. A. (1992). The role of dietary fatty-acids in biology - their place in the evolution of the human brain. *Nutrition Reviews*, 50(4), 3-11.
- Christie, W. (1989). The preparation of derivates of fatty acids. In William W. Christie (Eds) - Gas chromatography and lipids. The oil press, Oxford, England, 55p
- Dannenberger, D., Nuernberg, K., Nuernberg, G., Scollan, N., Steinhart, H. & Ender, K. (2005). Effect of pasture vs. concentrate diet on CLA isomer distribution in different tissue lipids of beef cattle. *Lipids*, 40(6), 589-598.
- Daza, A., Rey, A. I., Ruiz, J. & Lopez-Bote, C. J. (2005). Effects of feeding in free-range conditions or in confinement with different dietary MUFA/PUFA ratios and [alpha]-tocopheryl acetate, on antioxidants accumulation and oxidative stability in Iberian pigs. *Meat Science*, 69(1), 151-163.
- Demaison, L. & Moreau, D. (2002). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and coronary heart disease-related mortality: a possible mechanism of action. *Cell Mol Life Sci*, 5, 463-477.
- Díaz, M. T., Velasco, S., Pérez, C., Lauzurica, S., Huidobro, F. & Cañeque, V. (2003). Physico-chemical characteristics of carcass and meat Manchego-breed suckling lambs slaughtered at different weights. *Meat Science*, 65(3), 1085-1093.
- Digiacomio, R. A., Kremer, J. M. & Shah, D. M. (1989). Fish-oil dietary supplementation in patients with Raynaud's phenomenon: A double-blind, controlled, prospective study. *The American Journal of Medicine*, 86, 158-164.
- Edwards, R., Peet, M., Shay, J. & Horrobin, D. (1998). Omega-3 polyunsaturated fatty acid levels in the diet and in red blood cell membranes of depressed patients. *J Affect Disord*, 48, 149-155.
- Eldin, A. K. & Appelqvist, L. A. (, 1996). The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*, 31, 671-701.
- Engeseth, N. J. & Ian Gray, J. (1994). Cholesterol oxidation in muscle tissue. *Meat Science*, 36(3), 309-320.
- Engeseth, N. J., Ian Gray, J., Booren, A. M. & Asghar, A. (1993). Improved oxidative stability of veal lipids and cholesterol through dietary vitamin E supplementation. *Meat Science*, 35(1), 1-15.
- Enser, M., Hallett, K. G., Hewett, B., Fursey, G. A. J., Wood, J. D. & Harrington, G. (1998). Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, 49(3), 329-341.

- Esterbauer, H. (1993). Cytotoxicity and genotoxicity of lipid-oxidation products. *Am J Clin Nutr*, 57(5 Suppl), 779S-785S; discussion 785S-786S.
- Faustman, C., Cassens, R. G., Schaefer, D. M., Buege, D. R., Williams, S. N. & Scheller, K. K. (1989). Improvement in lipid and pigment stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. *Journal of Food Science*, 54(4), 858-862.
- Foley, R. A. & Lee, P. C. (1991). Ecology and energetics of encephalization in hominid evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 334(1270), 223-232.
- Fontes, Magda Aguiar & Mansinho, Maria Inês (2006). Ovelhas em modo de produção biológico: A Herdade dos Esquerdos em Vaiamonte. Sulco:Verão 2006, 15-16
- Fredriksson Eriksson, S. & Pickova, J. (2007). Fatty acids and tocopherol levels in M. Longissimus dorsi of beef cattle in Sweden - A comparison between seasonal diets. *Meat Science*, 76(4), 746-754.
- Freeman, M. P. (2000). Omega-3 fatty acids in psychiatry: a review. *Ann Clin Psychiatry* 12, 159-165.
- Freudenheim J.L., Graham S., Marshall J.R., Haughey B.P., Cholewinski S. (1991). Folate intake and carcinogenesis of the colon and rectum *International Journal of Epidemiology*, 20(2), 368-374.
- Fristische, J., Fristische, S., Solomon, M.B., Mossoba, M. M., Yurawecz, M.P., Morehouse, K. (2000). Quantitative determination of conjugated linoleic acid isomers in beef fat. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102: 667-672.
- Ganji, S. H., Kamanna, V. S. & Kashyap, M. L. (2003). Niacin and cholesterol: role in cardiovascular disease (review). *J Nutr Biochem*, 14(6), 298-305.
- Gatellier, P., Hamelin, C., Durand, Y. & Renner, M. (2001). Effect of a dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air- and modified atmosphere-packaged beef. *Meat Science*, 59(2), 133-140.
- Gemma C. Harper & Makatouni, A. (2002). Consumer perception of organic food production and farm animal welfare. *British Food Journal*, 104, 287 - 299.
- Gray, J. I., Goma, E. A. & Buckley, D. J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43(Supplement 1), 111-123.
- Griinari, J. M. & Bauman, D. E. (1999). Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In M. P. Yurawecz, M. Mossoba, J. K. Kramer, G. Nelson & M. W. Pariza (Eds.), *Advances in conjugated linoleic acid research* (Vol. 1, pp. 180-200). Champaign IL,: AOCS Press.

- Griinari, J. M., Corl, B. A., Lacy, S. H., Chouinard, P. Y., Nurmela, K. V. & Bauman, D. E. (2000). Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase. *Journal of Nutrition*, 130, 2285-2291.
- Grunert, K. G. (1997). What's in a steak? A cross-cultural study on the quality perception of beef. *Food Quality and Preference*, 8(3), 157-174.
- Guardiola, F., Codony, R., Addis, P. B., Rafecas, M. & Boatella, J. (1996). Biological effects of oxysterols: current status. *Food Chem Toxicol*, 34(2), 193-211.
- Gurr, M. I., Nazeli Borlak & Ganatra, S. (1989). Dietary Fat and Plasma Lipids. *Nutrition Research Reviews* 2, 63-86.
- Gvion Rosenberg, L. (1990). Why do vegetarian restaurants serve hamburgers?: toward an understanding of a cuisine. *Semiotica*, 80, 61-79.
- Henneberg, M., Sarafis, V. & Mathers, K. (1998). Human adaptations to meat eating. *Human Evolution*, 13(3), 229-234.
- Higgs, J. D. (2000). The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science & Technology*, 11(3), 85-95.
- Higley, N. A., Taylor, S. L., Herian, A. M. & Lee, K. (1986). Cholesterol oxides in processed meats. *Meat Science*, 16(3), 175-188.
- Holm, L. & Møhl, M. (2000). The role of meat in everyday food culture: an analysis of an interview study in Copenhagen. *Appetite*, 34(3), 277-283.
- Holman, R. T. (1998). The Slow Discovery of the Importance of omega 3 Essential Fatty Acids in Human Health. *J. Nutr.*, 128(2), 427S-.
- Innis, S. M. (1991). Essential fatty acids in growth and development. *Prog. Lipid Res.*, 30, 39-103.
- Ip, C., Singh, M., Thompson, H. J. & Scimeca, J. A. (1994). Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res*, 54, 1212-1215.
- Issanchou, S. (1996). Consumer expectations and perceptions of meat and meat product quality. *Meat Science*, 43(Supplement 1), 5-19.
- Jakobsen, M. & Bertelsen, G. (2000). Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. *Meat Science*, 54(1), 49-57.
- Jensen, C., Guider, J., Skovgaard, I. M., Staun, H., Skibsted, L. H., Jensen, S. K., et al. (1997). Effects of dietary [alpha]-tocopheryl acetate supplementation on [alpha]-tocopherol deposition in porcine m. psoas major and m. longissimus

- dorsi and on drip loss, colour stability and oxidative stability of pork meat. *Meat Science*, 45(4), 491-500.
- Jensen, C., Lauridsen, C. & Bertelsen, G. (1998). Dietary vitamin E: Quality and storage stability of pork and poultry. *Trends in Food Science & Technology*, 9(2), 62-72.
- Jensen, M., Essen-Gustavsson, B. & Hakkarainen, J. (1988). The effect of a diet with a high or low content of vitamin E on different skeletal muscles and myocardium in pigs. *Zentralblatt fur Veterinarmedizin. Reihe A*, 35(7), 487-497.
- Karin Nuernberg, K., Nuernberg, G., Ender, K., Lorenz, S., Winkler, K., Rickert, R., Steinhart, H. (2002). N-3 fatty acids and conjugated linoleic acids of longissimus muscle in beef cattle. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(8), 463-471.
- Keys, A. (1997). Coronary heart disease in seven countries. *Nutrition*, 13(3), 249-249.
- Kirsten, J. (1999). Dietary modifications of animal fats: status and future perspectives. *Lipid - Fett*, 101(12), 475-483.
- Krauss, R. M., Deckelbaum, R. J., Ernst, N., Fisher, E., Howard, B. V., Knopp, R. H. (1996). Dietary guidelines for healthy American adults - A statement for health professionals from the Nutrition Committee, American Heart Association. *Circulation*, 94, 1795-1800.
- Kremer, J. M. (1991). Clinical studies of omega-3 fatty acid supplementation in patients who have rheumatoid arthritis. *Rheum Dis Clin North Am*, 17(2), 391-402.
- Kris-Etherton, P., Daniels, S. R., Eckel, R. H., Engler, M., Howard, B. V., Krauss, R. M., et al. (2001). Summary of the Scientific Conference on Dietary Fatty Acids and Cardiovascular Health : Conference Summary From the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation*, 103(7), 1034-1039.
- Koolman, J., Röhm, K-H. (1996). Book Color Atlas of Biochemistry. Thieme Stuttgart, New York ISBN-0-86577-584-2(TMP, New York).
- Kubow, S. (1993). Lipid oxidation products in food and atherogenesis. *Nutr Rev*, 51(2), 33-40.
- Lanza, M., Bella, M., Priolo, A., Barbagallo, D., Galofaro, V., Landi, C., et al. (2006). Lamb meat quality as affected by a natural or artificial milk feeding regime. *Meat Science*, 73(2), 313-318.
- Larsen, C. S. (2003). Animal Source Foods and Human Health during Evolution. *J. Nutr.*, 133(11), 3893S-3897.

- Lawlor, J.B., Sheehy, P. J. A., Kerry, J. P., Buckley, D. J. & Morrissey, P. A. (2000). Measuring Oxidative Stability of Beef Muscles Obtained from Animals Supplemented with Vitamin E Using Conventional and Derivative Spectrophotometry. *Journal of Food Science*, 65(7), 1138-1141.
- Lee-Thorp, J. A. (2002). Hominid dietary niches from proxy chemical indicators in fossils: the Swartkrans example. In: Human Diet. In P. S. T. Ungar, M. F., (Ed.), *Its Origin and Evolution* (pp. 123-141): Bergin & Garvey, Westport, CT.
- Lee-Thorp, J. A., van der Merwe, N. J. & Brain, C. K. (1994). Diet of Australopithecus robustus at Swartkrans from stable carbon isotope analysis. *Journal Human Evolution*, 27, 361-372.
- Lin, C. F., Gray, J. I., Asghar, A., Buckley, D. J., Booren, A. M. & Flegal, C. J. (1989). Effects of Dietary Oils and  $\alpha$ -Tocopherol Supplementation on Lipid Composition and Stability of Broiler Meat. *Journal of Food Science*, 54(6), 1457-1460.
- Lloyd-Wright, Z., Allen, N., Key, T. & Sanders, T. (2000). *How prevalent is vitamin B12 deficiency among British vegetarians and vegans?* Paper presented at the Proceedings of the Nutritional Society.
- Lukito, W., Wattanapenpaiboon, N., Savige, G. S., Hutchinson P., & Wahlqvist, M. L. (2004). Nutritional indicators, peripheral blood lymphocyte subsets and survival in an institutionalised elderly population. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 13(1), 107-112.
- Madruga, M. S., Arruda, S. G. B. & Nascimento, J. A. (1999). Castration and slaughter age effects on nutritive value of the "mestiço" goat meat. *Meat Science*, 52(2), 119-125.
- Maes, M., Christophe, A., Delang, h., J., Altamura, C., Neels, H. & Meltzer, H. Y. (1999). Lowered omega3 polyunsaturated fatty acids in serum phospholipids and cholesteryl esters of depressed patients. *Psychiatry Res*, 85, 275-291.
- Mann, F. D. (1998). Animal fat and cholesterol may have helped primitive man evolve a large brain. *Perspectives in Biology and Medicine*, 41(3), 417-425.
- Mann, N. (2007). Meat in the human diet: An anthropological perspective. *Nutrition & Dietetics*, 64(s4), S102-S107.
- Marichal, A., Castro, N., Capote, J., Zamorano, M. J., & Argüello, A. (2003). Effects of live weight at slaughter (6, 10 and 25 kg) on kid carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 83, 247-256.
- Marmer, W. N., Maxwell, R. J., & Williams, J. E. (1984). Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. *Journal of Animal Science*, 59, 109-121.

- Marques de Almeida, M.P.L. (2006). caracterização da lactação e do leite de ovelhas da raça Assaf. Faculdade de Medicina Veterinária, Instituto Superior de Agronomia, U.T.L. Tese de Mestrado.
- Martin, R. D. (1981). Relative brain size and metabolic rate in terrestrial vertebrates. *Nature*, 293, 57-60.
- Martins, S. V., Lopes, P. A., Alfaia, C. M., Ribeiro, V. S., Guerreiro, T. V., Fontes, C. M. G. A., et al. (2007). Contents of conjugated linoleic acid isomers in ruminant-derived foods and estimation of their contribution to daily intake in Portugal. *British Journal of Nutrition*, 98, 1206-1213
- Mennecke, B. E., Townsend, A. M., Hayes, D. J., & Lonergan, S. M. (2007). A study of the factors that influence consumer attitudes toward beef products using the conjoint market analysis tool. *J. Anim Sci.*, 85(10), 2639-2659.
- Mestre Prates, J. A., Goncalves Quaresma, M. A., Branquinho Bessa, R. J., Andrade Fontes, C. M. G., & Mateus Alfaia, C. M. P. (2006). Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and [beta]-carotene in Barrosa-PDO veal. *Food Chemistry*, 94(3), 469-477.
- Mitsumoto, M., Arnold, R. N., Schaefer, D. M., & Cassens, R. G. (1993). Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. *J Anim Sci*, 71(7), 1812-1816.
- Monahan, F. J. (2000). Oxidation of lipids in muscle foods: fundamental and applied concerns. In E. A. Decker, C. Faustman & C. Lopez-Bote (Eds.), *Antioxidants in muscle foods* (pp. 3-23). New York: Wiley-Interscience.
- Monahan, F. J., Buckley, D. J., Morrissey, P. A., Lynch, P. B., & Gray, J. I. (1992). Influence of dietary fat and [alpha]-tocopherol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Science*, 31(2), 229-241.
- Morrissey, P. A., Buckley, D. J., & Galvin, K. (2000). Vitamin E and the oxidative stability of pork and poultry. In C. F. a. C. L. L.-B. E. Decker (Ed.), *Antioxidants in muscle foods* (pp. 263-287). New York: Wiley.
- Morrissey, P. A., Buckley, D. J., Sheehy, P. J. A., & Monahan, F. J. (1994). Vitamin E and meat quality. *Proceedings of the Nutrition Society*, 53, 289-295.
- Napolitano, F., Braghieri, A., Cifuni, G. F., Pacelli, C., & Girolami, A. (2002). Behaviour and meat production of organically farmed unweaned lambs. *Small Ruminant Research*, 43(2), 179-184.
- Nuernberg, K., Dannenberger, D., Nuernberg, G., Ender, K., Voigt, J., Scollan, N. D., et al. (2005). Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, 94(1-2), 137-147.
- Nugent, A. P. (2004). The metabolic syndrome. *Nutrition Bulletin*, 29, 36-43.



- Nurnberg, K., Wegner, J., & Ender, K. (1998). Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science*, 56(2), 145-156.
- Nutritional aspects of cardiovascular disease*. (1994). London: H.M. Stationery Office. Document Number)
- Okuyama, H., Kobayashi, A., & Watanabe, S. (1997). Dietary fatty acids. The n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Prog Lipid Res*, 35, 409.
- Palmquist, D. L. (2001). Ruminant and endogenous synthesis of CLA in cows. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 56, 134-137.
- Paola Benatti, Gianfranco Peluso, Raffaella Nicolai, & Menotti Calvani. (2004). Polyunsaturated Fatty Acids: Biochemical, Nutritional and Epigenetic Properties. *Journal of the American College of Nutrition*, 23(4), 281-302.
- Peet, M., Murphy B., Shay, J., & Horrobin, D. (1998). Depletion of omega-3 fatty acid levels in red blood cell membranes of depressive patients. *Biol Psychiatry*, 43, 315-319.
- Pepping J. (1999). Omega-3 essential fatty acids. *Am J Health Syst Pharm.*, 56(8), 719-724.
- Pinto de Andrade, L., Várzea Rodrigues, J., & Rodrigues, A. M. (1999, 22-25 Marzo). *DOP-Valor acrescentado em sistemas extensivos?* Paper presented at the Congresso Europeo de Agricultura Sustentable en Ambiente Mediterraneo, Badajoz-Mérida.
- Ponte, P. I. P., Alves, S. P., Bessa, R. J. B., Ferreira, L. M. A., Gama, L. T., Bras, J. L. A., et al. (2008). Influence of Pasture Intake on the Fatty Acid Composition, and Cholesterol, Tocopherols, and Tocotrienols Content in Meat from Free-Range Broilers. *Poult Sci*, 87(1), 80-88.
- Prates, J. A. M., & Mateus, C. P. (2002). Functional foods from animal sources and their physiologically active components. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 153(3), 155-160.
- Pyke, G. H., Pulliam, H. R., & Charnow, E. L. (1977). Optimal foraging. A selective review of theory and tests. *Q Rev Biol*, 52, 137-154.
- Quaresma, M. A. G., Trigo Rodrigues, I., Pereira Silva, R., Santos, N., Breda, J., Bessa, R. J. B. (2008, 10 – 15 August 2008). *Vitamin E in the Montado's wild boar meat: the conjugation of the omnivorous feeding behavior and the richness of Montado*. Paper presented at the Role of Science in the Growing Demand for Red Meat, Cape Town, South Africa.

- Reibel, D. K., Holahan, M. A., & Hock, C. E. (1988). Effects of dietary fish oil on cardiac responsiveness to adrenoceptor stimulation. *Am J Physiol* 254, H494-H499.
- Renner, M., Poncet, K., Mercier, Y., Gatellier, P., & Metro, B. (1999). Influence of Dietary Fat and Vitamin E on Antioxidant Status of Muscles of Turkey. *J. Agric. Food Chem.*, 47(1), 237-244.
- Rickertsen, K. (1996). Structural change and the demand for meat and fish in Norway. *European Review of Agricultural Economics*, 23(3), 316-330.
- Rosenkranz, F.D. (1983). Freeze drying. In vacuum products. West Sussex: Edwards High Vacuum International: 201-215.
- Rowe, A., Macedo, F. A. F., Visentainer, J. V., Souza, N. E., & Matsushita, M. (1999). Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science*, 51(4), 283-288.
- Salvatori, G., Pantaleo, L., Di Cesare, C., Maiorano, G., Filetti, F., & Oriani, G. (2004). Fatty acid composition and cholesterol content of muscles as related to genotype and vitamin E treatment in crossbred lambs. *Meat Science*, 67(1), 45-55.
- Sampels, S., Pickova, J., & Wiklund, E. (2004). Fatty acids, antioxidants and oxidation stability of processed reindeer meat. *Meat Science*, 67(3), 523-532.
- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., & Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, 77(2-3), 187-194.
- Sanudo, C., Enser, M. E., Campo, M. M., Nute, G. R., Maria, G., Sierra, I., et al. (2000). Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, 54(4), 339-346.
- Saunders, T. A. B. (2000). Polyunsaturated fatty acids in the food chain in Europe. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 176S-876S.
- Schaefer, D. M., Liu, Q., Faustman, C., & Yin, M. C. (1995). Supranutritional administration of vitamins E and C improves oxidative stability of beef. *J Nutr*, 125(6 Suppl), 1792S-1798S.
- Schonberg, S., & Krokan, H. E. (1995). The inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives (CLA) of linoleic acid on the growth of human tumor cell lines is in part due to increased lipid peroxidation. *Anticancer Res*, 15, 1241-1246.
- Shapiro, A. C., Wu, D., & Meydani, S. N. (1993). Eicosanoids derived from arachidonic and eicosapentaenoic acids inhibit T cell proliferative response. *Prostaglandins*, 45, 229-240.

- Shultz, T. D., Chew, B. P., & Seaman, W. R. (1992). Differential stimulatory and inhibitory responses of human MCF-7 breast cancer cells to linoleic acid and conjugated linoleic acid in culture. *Anticancer Res*, 12, 2143-2145.
- Shultz, T. D., Chew, B. P., Seaman, W. R., & Luedecke, L. O. (1992). Inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and beta-carotene on the in vitro growth of human cancer cells. *Cancer Lett.*, 63, 125-133.
- Sillen, A. (1992). Strontium-calcium ratios (Sr/Ca) of Australopithecus robustus and associated fauna from Swartkrans. *Journal of Humuman Evolution*, 23, 495-516.
- Sillen, A., & Lee-Thorp, J. A. (1994). Trace element and isotopic aspects of predator-prey relationships in terrestrial foodwebs. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*, 107, 243-255.
- Simopoulos, A. P. (2000). Human requirement for n – 3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*, 79, 961-970.
- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56, 365-379.
- Simopoulos, A. P. (2006). Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. *Biomedecine & Pharmacotherapy*, 60(9), 502-507.
- Simopoulos, A. P., Leaf, A., & Salem Jr, N. (1999). Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty Acids. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 43(2), 127-130.
- Souza, V. L. F. & Silva, R. S. S. F. (2006). Dietary vitamin E supplementation on cholesterol and cholesterol oxides of pig meat and cooked ham. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49, 197-205.
- Spears, J. W. (1996). Beef nutrition in the 21st century. *Animal Feed Science and Technology*, 58, 29-35.
- Speth, J. (1989). Early hominid hunting and scavenging: the role of meat as an energy source. *J Hum Evol*, 18, 329-343.
- Sponheimer, M., & Lee-Thorp, J. A. (1999). Isotopic Evidence for the Diet of an Early Hominid, Australopithecus africanus. *Science*, 283(5400), 368-370.
- Tilston, C., Sear, R., Neale, R., & Gregson, K. (1992). The effect of BSE: consumer perceptions and beef purchasing behaviour. *British Food Journal*, 94(9), 23-26.
- Todaro, M., Corrao, A., Barone, C. M. A., Alicata, M. L., Schinelli, R., & Giaccone, P. (2006). Use of weaning concentrate in the feeding of suckling kids: Effects on meat quality. *Small Ruminant Research*, 66(1-3), 44-50.

- Tricon, S., & Yaqoob, P. (2006). Conjugated linoleic acid and human health: A critical evaluation of the evidence *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 9(2), 105-110.
- Turner, K. E., McClure, K. E., Weiss, W. P., Borton, R. J., & Foster, J. G. (2002). Alpha-tocopherol concentrations and case life of lamb muscle as influenced by concentrate or pasture finishing. *J. Anim Sci.*, 80(10), 2513-2521.
- Uauy, R., & Valenzuela, A. (2000). Marine oils: the health benefits of n-3 fatty acids. *Nutrition*, 16(7-8), 680-684.
- Vandendriessche, F. (2008). Meat products in the past, today and in the future. *Meat Science*, 78(1-2), 104-113.
- Verbeke, W., & Viaene, J. (1999). Beliefs, attitude and behaviour towards fresh meat consumption in Belgium: empirical evidence from a consumer survey. *Food Quality and Preference*, 10(6), 437-445.
- Verbeke, W., Viaene, J., & Guiot, O. (1999). Health communication and consumer behavior on meat in Belgium: from BSE until dioxin. *J Health Commun*, 4(4), 345-357.
- Wahle, K. W. J., Heys, S. D., & Rotondo, D. (2004). Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? *Progress in Lipid Research*, 43(6), 553-587.
- Webb, E. C., Casey, N. H., & Simela, L. (2005). Goat meat quality. *Small Ruminant Research*, 60(1-2), 153-166.
- WHO. (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. Geneva: World Health Organization. Document Number)
- Willett, W. C., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Rosner, B. A., et al. (1993). Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *The Lancet*, 341(8845), 581-585.
- Wood, J. D., & Enser, M. (1997). Factors influencing fatty acids in meat and the role of anti-oxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*, 78(1), S49.
- Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66(1), 21-32.
- Young, D. (1996). Changing tastes and endogenous preferences: some issues in modelling the demand for agricultural products. *European Review of Agricultural Economics*, 23(3), 281-299.